

Overvåking NOAH Langøya 2013. Miljøgifter i blåskjell, sedimentundersøkelser samt marinbiologiske registreringer



Hovedkontor

Gaustadalleen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

Midt-Norge

Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Overvåking NOAH Langøya 2013. Miljøgifter i blåskjell, sedimentundersøkelser samt marinbiologiske registreringer	Løpenr. (for bestilling) 6623-2014	Dato 6. februar 2014
	Prosjektnr. Undernr. 13210	Sider Pris 65
Forfatter(e) Gitmark, Janne Green, Norman Beylich, Bjørnar Borgersen, Gunhild Høgåsen, Tore	Fagområde Miljøgifter sjøvann	Distribusjon Fri
	Geografisk område Vestfold	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) NOAH AS, v. Marit Lægreid	Oppdragsreferanse Bestilling 9712-1
--	---

Sammendrag Siden overvåkingen utenfor NOAHs anlegg på Langøya startet i 1994 har resultatene i hovedsak indikert en god miljøtilstand i området. Undersøkelsene utført i 2013 omfattet forekomst av metaller og organiske miljøgifter i blåskjell, metaller i sediment, kartlegging av ålegras, tilstanden til biologiske samfunn i fjæra, samt tilstanden på bløtbunn på dypere vann. Tilstanden var i 2013 for det meste god, men med noe forhøyede nivåer av enkelte metaller i blåskjell. Metallene som sto for det meste av de forhøyede verdiene (moderat forurensing) var arsenikk, vanadium og krom. Analyser av sedimentprøver i området utenfor bulkkaia, og lenger sør på Langøya, viste bakgrunnsverdier av både bly og sink. I de grunneste prøvene ved begge stasjonene var det en liten økning i verdiene til kadmium, men begge prøvene viste god tilstand. Analyser av de dypeste prøvene ved begge stasjonene gav verdier som anses å være normale når det gjelder innhold av radioaktivitet. Sedimentprofilfotograferingen (SPI) viste i hovedsak gode forhold på bløtbunnen rundt hele Langøya. Analyser av bløtbunnsfaunaen viste også god eller svært god tilstand. Undersøkelsene av fjæresonen, og kartlegging av ålegras tyder på at miljøtilstanden er forholdsvis god rundt Langøya. Det er sannsynlig at flere forurensningskilder i området enn NOAH-Langøya kan påvirke de stasjonene som undersøkes.

Fire norske emneord 1. Langøya 2. Marin 3. Overvåking 4. Miljøgifter	Fire engelske emneord 1. Langøya island 2. Marine 3. Monitoring 4. Micropollutants
---	---



Janne Gitmark
Prosjektleder



Mats Walday
Forskningsleder



Kristoffer Næs
Forskningsdirektør

Overvåking NOAH Langøya 2013

Miljøgifter i blåskjell, sedimentundersøkelser samt
marinbiologiske registreringer

Forord

Undersøkelsene i den foreliggende rapport er utført av Norsk institutt for vannforskning (NIVA) på oppdrag for NOAH Langøya AS. De inngår i overvåkingen av resipienten utenfor bedriftens anlegg for farlig avfall på Langøya.

Kontaktperson hos NOAH har vært Marit Læg Reid.

Hovedinnsamling av blåskjell, kartlegging av ålegras og biologiske registreringer ble utført av Janne Gitmark og Marijana Brkljacic (NIVA) i september 2013.

Supplerende blåskjellinnsamling ble gjennomført av personell ved NOAH Langøya i juli 2013.

Opparbeiding av blåskjell er utført på NIVA av Janne Gitmark.

Karl Norling (NIVA) har gjennomført sedimentprofilfotografering (SPI) og bløtbunnsfaunainnsamling, ved bruk av Universitetet i Oslo sitt forskningsfartøy ”Trygve Braarud”.

Analyser og vurderinger av SPI-bilder ble utført på NIVA av Bjørnar Beylich.

Bløtbunnsprøvene ble grovsortert av Marius Nordbotten, og bløtbunnsfauna ble artsbestemt av Gunhild Borgersen (flerbørstemark) og Marijana Brckljacic (øvrige grupper) (NIVA). Beregning av bløtbunnsindeksene ble utført av Gunhild Borgersen.

Utbredelseskart for ålegrasengene er laget av Eli Rinde (NIVA)

Analysene av metaller, PAH, PCB og TBT er utført hos NIVA og Eurofins. Dioxiner og nonortho-PCB er analysert hos NILU (Norsk institutt for luftforskning). Radioaktivitet ble analysert hos IFE (Institutt for energiteknikk).

Trendanalysene er utført av Norman Green og Tore Høgåsen ved NIVA.

Oslo, 6. februar 2014

Janne Gitmark

Innhold

Sammendrag	5
Summary	7
1. Innledning	8
1.1 Tilførsler til resipienten fra NOAH Langøya	9
2. Metodikk	11
2.1 Undersøkelser av metaller og miljøgifter i blåskjell	11
2.2 Sedimentundersøkelser	13
2.2.1 Sedimentprofilfotografering (SPI)	14
2.2.2 Bløtbunnsfauna	15
2.2.3 Metaller og radioaktivitet i sediment ved bulkkaia	16
2.3 Strandsoneundersøkelser	17
2.4 Kartlegging av ålegras	17
3. Resultater	18
3.1 Undersøkelser av metaller og miljøgifter i blåskjell	18
3.1.1 Metaller i blåskjell	18
3.1.2 Organiske miljøgifter i blåskjell	19
3.1.3 Gradienter og utvikling i blåskjell	21
3.2 Sedimentundersøkelser	28
3.2.1 Sedimentprofilfotografering (SPI)	28
3.2.2 Bløtbunnsfauna	29
3.2.3 Metaller og radioaktivitet i sediment ved bulkkai	31
3.3 Strandsoneundersøkelser	33
3.1 Forekomst av ålegras rundt Langøya	36
4. Referanser	38
Vedlegg A.	41
Vedlegg B.	47
Vedlegg C.	60
Vedlegg D.	64
Vedlegg E.	65

Sammendrag

NOAH AS har et anlegg for behandling av farlig avfall på Langøya i Oslofjorden. NIVA utførte i 1994 en orienterende undersøkelse i området, og har siden 1996 utført årlige undersøkelser av den marine resipienten utenfor anlegget på Langøya på oppdrag for NOAH. I den foreliggende rapporten er resultatene fra 2013 presentert og sammenlignet med tidligere undersøkelser.

Undersøkelsene har omfattet analyse av metallinnholdet i blåskjell (*Mytilus edulis*) i området rundt Langøya (stasjon B2, B3, B4, B5, B6, B7, B10, B11) og ved kontrollstasjonen på Mølen (stasjon BK). Fra kontrollstasjonen og fem av stasjonene på Langøya ble det også analysert organiske miljøgifter og tinnorganiske forbindelser. Det ble videre foretatt visuelle registreringer av alger og dyr på tre stasjoner i strandsonen ved snorkling. Det ble også utført en kartlegging og vurdering av ålegrasforekomstene rundt Langøya. Tilstanden i bunnsedimentene ble undersøkt ved sedimentprofilfotografering (SPI) på 21 stasjoner og faunasammensetningen i sedimentene ble undersøkt på en stasjon. De observerte konsentrasjoner av metaller og organiske miljøgifter i blåskjell og i sedimenter er i hovedsak klassifisert iht. Miljødirektoratets (tidl. Klif) system for klassifisering av miljøkvalitet.

Tilstanden, med hensyn til metallinnhold, i de undersøkte blåskjellene var i hovedsak god i 2013. Av de 279 tilstandsklassifiseringene som ble foretatt viste 79,2 % av klassifiseringene ubetydelig-lite forurensing, 20,4 % moderat forurensing og 0,4 % markert forurensing. Metallene som sto for det meste av de forhøyede verdiene (moderat forurensing) var arsenikk, vanadium og krom. Kun en prøve (krom i en prøve fra stasjon B4) viste markert forurensing.

Trendanalysene har avdekket ni signifikante oppadgående trender for perioden 1996 - 2013. Dette gjelder bl.a. konsentrasjoner av kadmium, kvikksølv, og bly i blåskjell på stasjon B3 ved bulkkaia på Langøya og for kvikksølv og bly på kontrollstasjonen. Ingen nedadgående trender ble registrert. For kadmium ble det funnet en oppadgående trend også på stasjonene B2, B4 og B5.

Alle prøver som ble analysert for organiske miljøgifter i blåskjell i 2013 viste ubetydelig-lite forurensing. Den generelle utviklingen av miljøtilstanden, med hensyn til organiske miljøgifter og TBT i blåskjell, ved Langøya er positiv.

Analyser av sedimentprøver fra området utenfor bulkkaia ved stasjon B3 og lenger sør ved stasjon B2, har siden de startet i 2003 bekreftet at det er eller har vært en tilførsel av metaller til området utenfor og nær bulkkaia. De forurensningsbegrensende tiltak som er gjennomført har imidlertid gitt resultater ved at nivåene av metaller er redusert. Undersøkelsene utført i 2013 har bekreftet dette. I 2013 var det bakgrunnsverdier av både bly og sink. I de grunneste prøvene ved begge stasjonene var det en liten økning i verdiene til kadmium, men tilstanden var god. Bariumverdiene har i alle prøvetakingsår vært langt høyere ved bulkkaia enn ved stasjon B2 litt lenger sør, og resultatene fra 2013 viser den samme trenden. Det var spesielt høye verdier i de to grunneste prøvene ved bulkkaia. Den grunneste prøven ved stasjon B2 viste en del høyere verdi av molybden enn de andre, og tidligere prøver. Den dypeste prøven fra stasjon B2 og fra B3 ble analysert for radioaktivitet, og verdiene var å anse som normale.

Sedimentprofilfotograferingen (SPI) viste i hovedsak gode forhold på bløtbunnen rundt hele Langøya.

Analysene av bløtbunnsfaunaen viste god eller svært god tilstand til bløtbunnen i 2013. Det har vært en jevn forbedring av tilstanden frem til 2011. Resultatene fra 2012 viste imidlertid en liten reduksjon i artsmangfold og økologisk tilstand sammenlignet med 2011, og denne utviklingen ser ut til å ha fortsatt i 2013.

Strandsonesamfunnene indikerte ingen redusert biologisk kvalitet i 2013. Resultatet av ålegraskartleggingen viste at det er større utbredelse av ålegras rundt Langøya enn det som tidligere har blitt kartlagt. Engene bestod hovedsakelig av høye, friske planter med lite påvekstalger og dyr. Dette tyder på god miljøtilstand.

Siden NOAHs anlegg har utslipp av miljøgifter til fjorden, kan man på generelt grunnlag anta at driften på Langøya bidrar til de overkonsentrasjoner av miljøgifter som er funnet. Det er imidlertid spill ved lossing av forurenset materiale ved bulkkaia som sannsynligvis har gitt de største overkonsentrasjonene i skjell. De målte nivåer av metaller rundt Langøya og ved referansestasjonen indikerer at det finnes andre forurensningskilder enn NOAH-Langøya som påvirker det undersøkte området. Forurensningsnivået er imidlertid generelt lavt og det blir da vanskelig å identifisere øvrige kilder som nødvendigvis ikke behøver å være helt lokale.

Summary

Title: Monitoring NOAH Langøya 2013. Littoral and sublittoral communities, micropollutants in mussels and condition of sediments

Year: 2014

Authors: Gitmark, Janne; Green, Norman; Beylich, Bjørnar; Borgersen, Gunhild; Høgåsen, Tore

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: 978-82-577-6358-9

Littoral and sublittoral communities, concentrations of contaminants in blue mussels (*Mytilus edulis*), and the environmental condition in sediments were investigated by NIVA in 2013. The investigation is part of a monitoring programme in the marine recipient in the vicinity of a plant receiving industrial waste on the island of Langøya in the Oslofjord. The plant is owned by NOAH AS. A brief inspection of the area was performed by NIVA in 1994 (Walday & Helland 1994), and monitoring has been run yearly since 1996. Results from the investigations performed in 2013 are presented in this report.

The environmental quality based on the analysis of metal contaminants in mussels was mostly good in 2013. Of the 279 classifications that were done 79.2 % were classified as little or non-polluted, 20.4 % as moderately polluted and 0.4 % was markedly polluted. Metal pollution was mainly caused by arsenic, vanadium and chromium. Only one sample was markedly polluted (chromium in one sample from station B4).

Industrial waste is transported by ship to the Langøya industrial plant. Loss of waste during the unloading is the most likely explanation for the pollution in the quay-area. Trend-analysis indicates a significant time-dependent increase in the levels of cadmium, lead and mercury in mussels at station B3, close to the quay-area, since 1996. And for mercury and lead, a similar increase at the control station BK.

All analysis of organic contaminants in mussels showed little or no pollution.

Analysis of photographs taken by SPI-camera (Sediment Profile Imaging) showed generally good conditions in the sediments around Langøya. The analysis of soft-bottom fauna from one station showed good and very good conditions. The results showed a slight reduction in species diversity and ecological status compared with that found in 2011 and 2012.

Analysis of the sediments in shallower areas at two stations outside Langøya showed little or no pollution of lead and zinc. One sample at each of the two stations showed an increase of cadmium compared with the results from 2012, but both samples showed good conditions. Analysis of radioactivity in samples from the two stations showed normal values.

The investigation of the littoral zone around Langøya did not show signs of negative influence from NOAH's activities at Langøya. The mapping of eelgrass around Langøya showed that the distribution is larger than what has previously been mapped. The eelgrass beds mostly consisted of healthy looking plants with little fouling, which suggests that the environmental conditions are good.

Apart from some local contamination in the quay-area, due to waste during unloading of ships, the investigations indicate a generally healthy environment in the recipient throughout the monitoring period.

1. Innledning

Målsetningen med undersøkelsene er å overvåke resipienten utenfor NOAHs anlegg på Langøya for å kartlegge om utslipp og aktiviteter på anlegget har påvirket, eller påvirker, miljøet i sjøen i området.

Langøya ligger i Holmestrandsfjorden, som er en åpen fjord uten terskler. Mot nordvest går den over i Sandebukta og mot sørøst går den over i Breiangen, som er et åpent område av ytre Oslofjord. Grunnen på Langøya er bygget opp av 400 millioner år gamle kalkavsetninger med rester av fossiler. I mer enn 100 år har det vært drevet kalksteinsbrudd på øya. I dag brukes de to gamle bruddene til avfallsdisponering. Anlegget tar imot de fleste typer uorganisk farlig avfall, og siden 1998 også forurensede masser med relativt lave konsentrasjoner av organiske- og uorganiske miljøgifter. Aktiviteten er konsesjonsbetinget. De ulike avfallstypene gjennomgår en forbehandling for stabilisering før sluttdisponering i deponi. I denne prosessen felles det ut metaller. Fordi deponiet ligger under havnivå er lekkasje fra bruddet ut til fjorden ikke mulig. Erfaringsmessig har det vist seg at anlegget heller ikke har lekkasjer fra fjorden utenfor. Anleggets store bruddflater tar imidlertid imot store mengder regnvann og sigevann fra omgivelsene.

Overskuddsvannet fra NOAHs avfallsdeponi renses og har frem til oktober 2007 blitt sluppet ut på 14 m dyp ca. 80 m fra land utenfor det nordre kaianlegget. Utslippsrøret er nå forlenget og vannet går ut på 38 m dyp. Lasting og lossing av avfall foregår i nærheten av utslippsområdet. Utslippsvannets pH og turbiditet måles kontinuerlig og det tas to samleprøver gjennom et døgn én gang i uken for analyse av bl.a. metallinnhold og organiske miljøgifter. Det slippes normalt ut 80-130 m³ vann/time. Det er blitt utført beregninger og målinger av utslippsforholdene i området (Magnusson *et al.* 1997, Staalstrøm *et al.* 2008) og disse legges til grunn ved vurderingen av mulige kilder til forhøyede nivåer av metaller i resipienten.

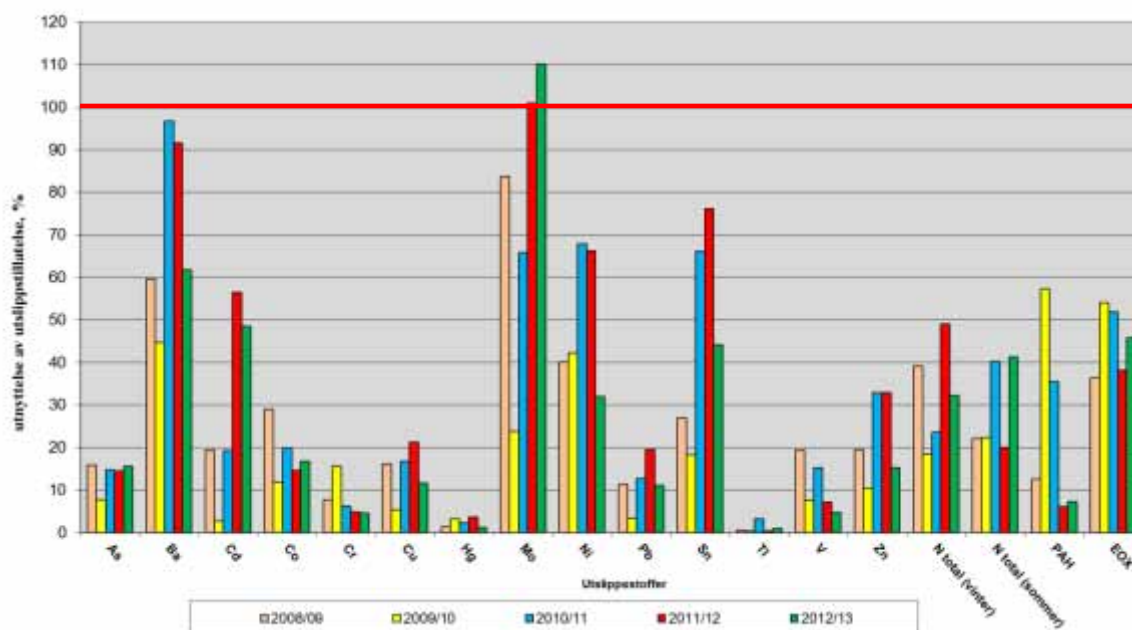
Hardbunnsorganismer som eksempelvis blåskjell (*Mytilus edulis*), tar opp miljøgifter fra vannet og oppkonsentrerer disse i varierende grad. Blåskjell er ofte benyttet til miljøgiftovervåkning av marine sjøområder, både nasjonalt og internasjonalt. Fordelen med å undersøke fastsittende eller lite mobile organismer, er at de ikke kan unnsnippe eller flytte til andre områder og at de på den måten reflekterer den lokale belastningen integrert over tid. Ved vurdering av resultatene må en imidlertid ta hensyn til sesongmessige endringer i blåskjellenes biologisk aktivitet, f.eks. gyting, som kan påvirke innholdet av miljøgifter i dyret. På den samme måte reflekterer også sedimentenes innhold av miljøgifter tilførselen, men over et lenger tidsperspektiv. Innholdet av miljøgifter i sedimentene er avhengig av tilførselene til resipienten samt avsetningsforholdene. Forekomst av miljøgifter i sediment er normalt knyttet til finfraksjonen. Et område som har grove sedimenter indikerer erosjonsbunn, eller transportbunn. For at miljøgiftene skal lagres i sedimentene er det derfor en forutsetning at området har sedimentasjonsbunn. I motsatt fall vil miljøgiftene transporteres ut av området.

Via de løpende utslippsmålingene er det klart at det foregår en tilførsel av metaller fra Langøya til resipienten (**Tabell 1**). Tidligere observasjoner av metallinnholdet i blåskjell og sedimenter har imidlertid for det meste vist lave konsentrasjoner, og tilstanden kan generelt betegnes som god (Walday & Helland 1994, Walday 1997, 1998, 1999, Walday *et al.* 2000, Walday & Kroglund 2001, Walday *et al.* 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2010, 2010b, 2011, Gitmark *et al.* 2012 og 2013). Overvåkingen viser at det er sannsynlig at også andre kilder enn NOAH-Langøya bidrar til de forhøyede nivåer som er funnet i sediment og blåskjell.

1.1 Tilførsler til resipienten fra NOAH Langøya

NOAH-Langøya måler konsentrasjonene av blant annet metaller i sitt utslippsvann. Utslippsmengder pr. år for de metaller som analyseres i blåskjell er vist i **Tabell 1**. Registrerte utslippsmengder og konsentrasjoner i utløpsvannet var gjennomgående innenfor konsesjonsgrensene i 2012/13 (**Figur 1**). I figuren kommer molybden (Mo) ut med 110 % utnyttelse av utslippstillatelse. Det skyldes at NOAH opererer med år fra jan. – des., mens i foreliggende rapport opereres det med år fra okt. – sept.. Månedsmiddel er høyere enn årsmiddel, og ofte, som i år (2013), reguleres det i nov/des. NOAH ligger an til å komme på 100 % utnyttelse av tillatelsen for molybden for hele 2013.

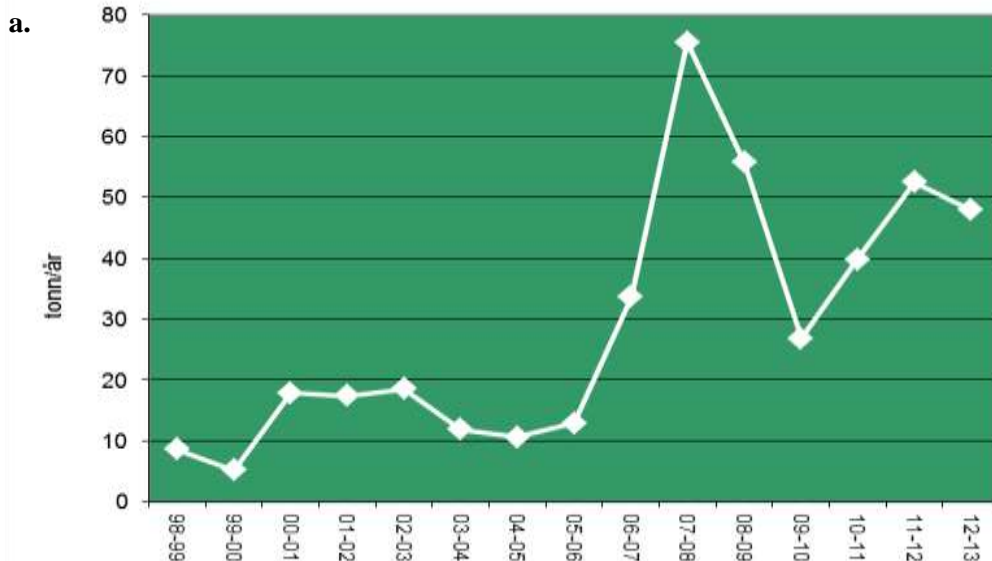
Det er blitt gjort endringer i konsesjonsgrensene for nitrogen underveis i overvåkingen, og **Figur 1** avspeiler derfor ikke de faktiske endringene i utslippsmengder. Utslippene av nitrogen har økt siden overvåkingen startet, samtidig som konsesjonsgrensen også har blitt hevet (**Figur 2**). Overvåkingen av resipienten er metodisk blitt tilpasset det økte utslippet av nitrogen ved at det utføres årlige undersøkelser av tilstanden i de dype bunnsedimentene, og det har blitt foretatt videoundersøkelser av bunnen fra fjæra og ned til 30 – 40 m dyp.



Figur 1. Utslipp fra NOAH-Langøya i perioden oktober til september 2008/09, 2009/10, 2010/11, 2011/12 og 2012/13. Utslipp av den enkelte komponent er oppgitt som prosent av konsesjonsbestemte maksimalutslipp (kg/døgn) og er beregnet på bakgrunn av analyserte mengder i utslippsvannet; arsen (As), barium (Ba), kadmium (Cd), kobolt (Co), krom (Cr), kopper (Cu), molybden (Mo), nikkel (Ni), bly (Pb), vanadium (V), sink (Zn), tinn (Sn), kvikksølv (Hg), total-nitrogen (N total), tjærestoffer (PAH) og summen av ekstraherbare klorerte organiske forbindelser (EOX). Etter data fra NOAH-Langøya.

Tabell 1. Utslipp til sjø (kg/mnd. - månedsmiddel) fra NOAH Langøya AS for perioden oktober 2012 september 2013. Tallene er oppgitt av bedriften.

	2012			2013								
	okt.	nov.	des.	jan.	feb.	mar.	apr.	mai	jun.	jul.	aug.	sept.
As	0,037	0,128	0,130	0,193	0,275	0,525	0,209	0,140	0,139	0,151	0,189	0,158
Ba	12,990	39,285	34,220	51,100	62,142	93,000	86,167	41,699	34,817	31,828	28,169	25,543
Cd	0,449	0,429	0,619	0,262	0,298	0,320	0,220	0,212	0,139	0,546	0,107	0,473
Co	0,044	0,101	0,072	0,082	0,153	0,224	0,264	0,220	0,274	0,315	0,378	0,319
Cr	0,012	0,043	0,055	0,098	0,046	0,075	0,070	0,047	0,061	0,050	0,061	0,055
Cu	0,031	0,107	0,096	0,102	0,105	0,187	0,174	0,116	0,116	0,125	0,400	0,131
Hg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001
Mo	7,584	24,000	19,912	24,800	22,400	23,479	21,120	16,333	19,695	19,856	22,854	19,378
Ni	0,129	0,214	0,317	0,135	0,361	0,973	0,819	0,503	1,559	1,377	1,237	0,528
Pb	0,018	0,079	0,093	0,174	0,225	0,461	0,217	0,107	0,082	0,111	0,231	0,238
Sn	0,020	0,055	0,061	0,070	0,078	0,240	0,184	0,106	0,051	0,095	0,107	0,060
Tl	0,002	0,003	0,004	0,002	0,002	0,011	0,055	0,004	0,012	0,020	0,017	0,006
V	0,012	0,043	0,031	0,041	0,046	0,075	0,070	0,050	0,046	0,079	0,116	0,070
Zn	0,612	0,496	0,220	0,215	0,290	1,937	2,091	0,852	0,538	0,767	1,641	1,554
N(tot.)	775	2910	2263	3379	4284	7440	7200	4030	3900	4030	4030	3630
PAH	0,004	0,010	0,021	0,003	0,002	0,003	0,003	0,009	0,014	0,010	0,011	0,017
EOX	0,000	0,030	0,031	0,031	0,028	0,031	0,030	0,031	0,030	0,031	0,031	0,030



b.	2005/2006	2006/2007	2007/2008	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13
N(tot.) - vinter	80	80	320	320	240	240	240	240
N(tot.) - sommer	60	60	125	125	130	130	130	130

Figur 2. a. Utviklingen i nitrogenutslipp (tonn/år) fra NOAH-Langøya siden 1998-99. **b.** Utslippskvotene fra Miljødirektoratet (årsmiddel kg/døgn) siden 2005.

2. Metodikk

2.1 Undersøkelser av metaller og miljøgifter i blåskjell

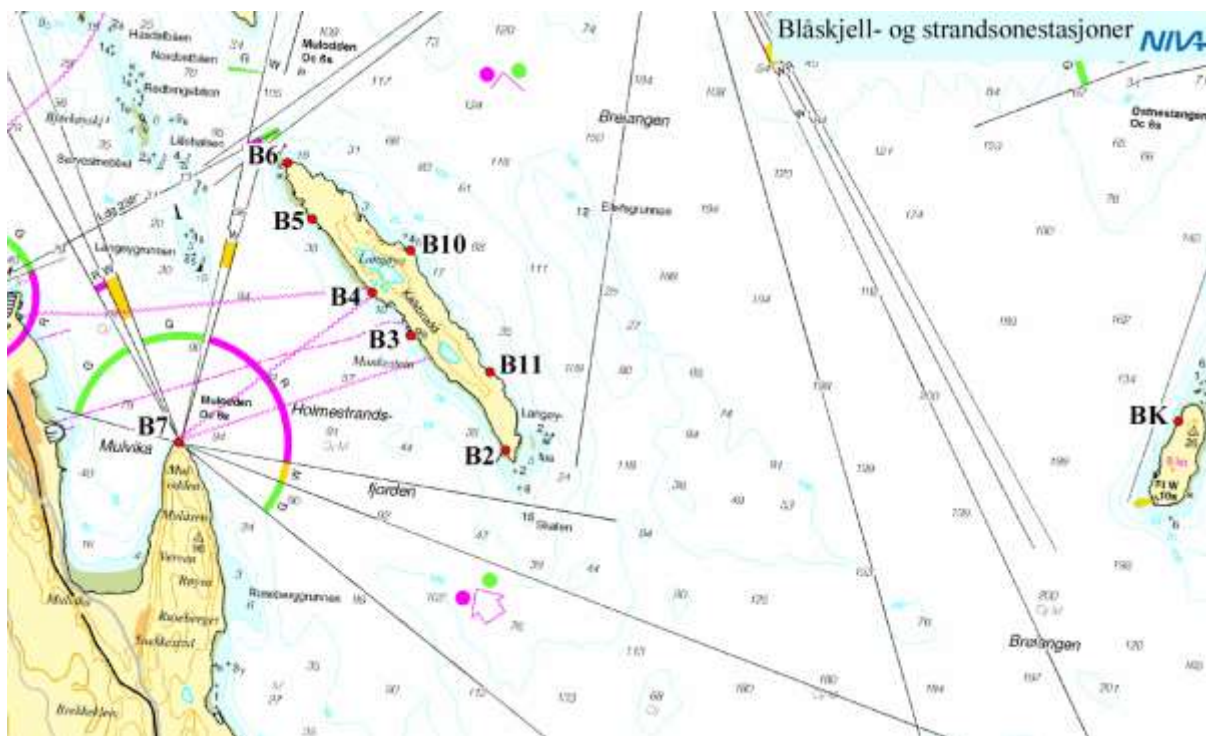
Hovedinnsamling av blåskjell (*Mytilus edulis*) ble gjennomført 24 - 25. september 2013 i området rundt Langøya og på Mølen (kontrollstasjon BK) ca. 5 km øst for Langøya (**Figur 3**).

Stasjonsplassering er dokumentert ved fotografering og posisjoner er bestemt ved hjelp av GPS (**Tabell 19 – Vedlegg D**).

Blåskjell ble samlet inn fra stasjon BK (kontroll) samt B2 – B11 (**Figur 3**). På hver stasjon ble det samlet inn ca. 60 skjell med en lengde på 3 - 6 cm. Det gjøres i tillegg innsamlinger av blåskjell på stasjon B3 på vinter og sommer av personell fra NOAH. I 2013 ble det ikke funnet tilstrekkelig mengde skjell til å utføre metallanalyser på vinteren. Det ble funnet tilstrekkelige mengder skjell på sommeren (juli) til å utføre metallanalyser.

På laboratoriet ble skallengder målt og samlet vekt av bløtdeler for hver stasjon bestemt. Muslingene (kun bløtdelene) ble så homogenisert og sendt til analyse for innhold av miljøgifter. Det ble analysert på tre prøver à ca. 20 skjell fra hver stasjon. Metallanalysene og analysene for PAH, TBT og PCB er utført hos NIVA og Eurofins. Dioxiner og nonortho-PCB er analysert på NILU.

Metaller analyseres fra samtlige prøver, mens TBT og organiske miljøgifter analyseres i én prøve fra et utvalg av stasjonene (B2, B3, B4, B6, B11, BK).



Figur 3. Langøya med plassering av blåskjellstasjoner. Strandsoneregistreringer utføres på stasjon BK, B2 og B6.

Klassifisering av tilstand fra konsentrasjoner i blåskjell

De observerte miljøgiftkonsentrasjoner i prøvene sammenlignes mellom innsamlingspunkt for å påvise eventuelle konsentrasjonsgradienter. Det gjøres også sammenligninger med resultatene fra tidligere år. De observerte konsentrasjoner i blåskjell er i hovedsak klassifisert iht. Miljødirektoratets (tidl. Klif) system for klassifisering av miljøkvalitet (Molvær *et al.* 1997) (**Tabell 2**). For kobolt er ”antatt høyt bakgrunnsnivå” (Klasse I) vist, mens det for barium i blåskjell ikke har vært mulig å fastsette bakgrunnsnivåer. Konsentrasjoner over øvre grense for klasse I (overkonsentrasjoner) antyder at en påvirkning fra en eller flere punktkilder kan ha funnet sted.

Tabell 2. Miljødirektoratets klassifikasjon av tilstand ut fra miljøgiftkonsentrasjonen i blåskjell (kilde: Molvær *et al.* 1997). Merk at klassifikasjon av kobolt og vanadium er gjort etter Knutzen & Skei (1990) og Konieczny & Brevik (1997).

Stoff	Kl. I Ubetydelig- lite forurenset	Kl. II Moderat forurenset	Kl. III Markert forurenset	Kl. IV Sterkt forurenset	Kl. V Meget sterkt forurenset
Kvikksølv (mg Hg/kg t.v.)	<0,2	0,2-0,5	0,5-1,5	1,5-4	>4
Kadmium (mg Cd/kg t.v.)	<2	2-5	5-20	20-40	>40
Bly (mg Pb/kg t.v.)	<3	3-15	15-40	40-100	>100
Arsen (mg As/kg t.v.)	<10	10-30	30-100	100-200	>200
Sink ¹ (mg Zn/kg t.v.)	<200	200-400	400-1000	1000-2500	>2500
Krom (mg Cr/kg t.v.)	<3	3-10	10-30	30-60	>60
Kobolt (mg/Co/kg t.v.)	<3	ikke klassifisert	ikke klassifisert	ikke klassifisert	ikke klassifisert
Vanadium (mg V/kg t.v.)	<2	2-10	10-30	>30	ikke klassifisert
Nikkel (mg Ni/kg t.v.)	<5	5-20	20-50	50-100	>100
Kobber ¹ (mg Cu/kg t.v.)	<10	10-30	30-100	100-200	>200
TBT (mg/kg t.v.)	<0,1	0,1-0,5	0,5-2	2-5	>5
Dioxin (ng TE _{PCDF/D} /kg v.v.)	<0,2	0,2-0,5	0,5-1,5	1,5-3	>3
Σ PCB ₇ (µg/kg v.v.)	<4	4-15	15-40	40-100	>100
Σ PAH (µg/kg v.v.)	<50	50-200	200-2000	2000-5000	>5000
Benzo(a)pyren (µg B(a)P/kg v.v.)	<1	1-3	3-10	10-30	>30

¹ Blåskjell har evne til å regulere opptak, særlig ved moderate konsentrasjoner

Trendanalyse av metaller i blåskjell

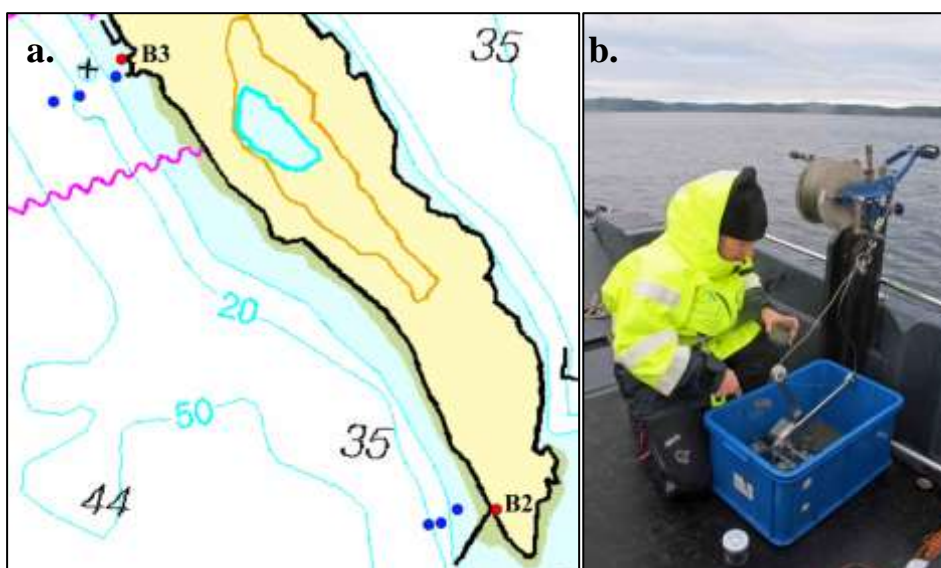
En enkel 2-parameters lineær modell har blitt utviklet for å vurdere tidstrender basert på median konsentrasjon av miljøgifter i blåskjell (ASMO 1994). Metoden for beregning av glattet middelverdi er beskrevet i MON (1998) og av Nicholson *et al.* (1998) med revisjoner av Fryer & Nicholson (1999). Glattemetoden er basert på løpende 7-års intervall og er en ikke-parametrisk kurve tilpasset medianer av log-verdier. For tidsserier mindre enn 7 år er ingen glattemetode benyttet. For at en statistisk test for en glattet kurve skal være gyldig må konsentrasjonene av miljøgifter ha tilnærmet lik varians og residualene for den tilpassede modellen bør være lognormalfordelt (cf. Nicholson *et al.* 1998). Utsagnskraft (eller power) av tidstrendanalysene er uttrykt som det antallet år som er nødvendig for å dokumentere en 10 % endring pr. år med 90 % sannsynlighet. Jo færre år som er nødvendig for dette, jo lettere er det å oppdage en tidstrend. Utsagnskraft er basert på prosent relativt standardavvik, som beregnes etter en robust metode beskrevet i ASMO (1994) og Nicholson *et al.* (1997).

2.2 Sedimentundersøkelser

Det ble foretatt undersøkelser med fotografering og prøvetaking av bunnsedimentene ved Langøya fra F/F Trygve Braarud tilhørende Universitetet i Oslo den 3. juni 2013. Undersøkelser av bunnsedimentene ved sedimentprofilfoto ble gjort på 22 stasjoner og prøver av bløtbunnsfauna ble samlet inn på stasjon LØ-1 (**Figur 4**). Sedimentprøver fra bunnen utenfor bulkkaia (B3) og litt lenger sør nær stasjon B2 (**Figur 5**) ble tatt 25. september 2013.



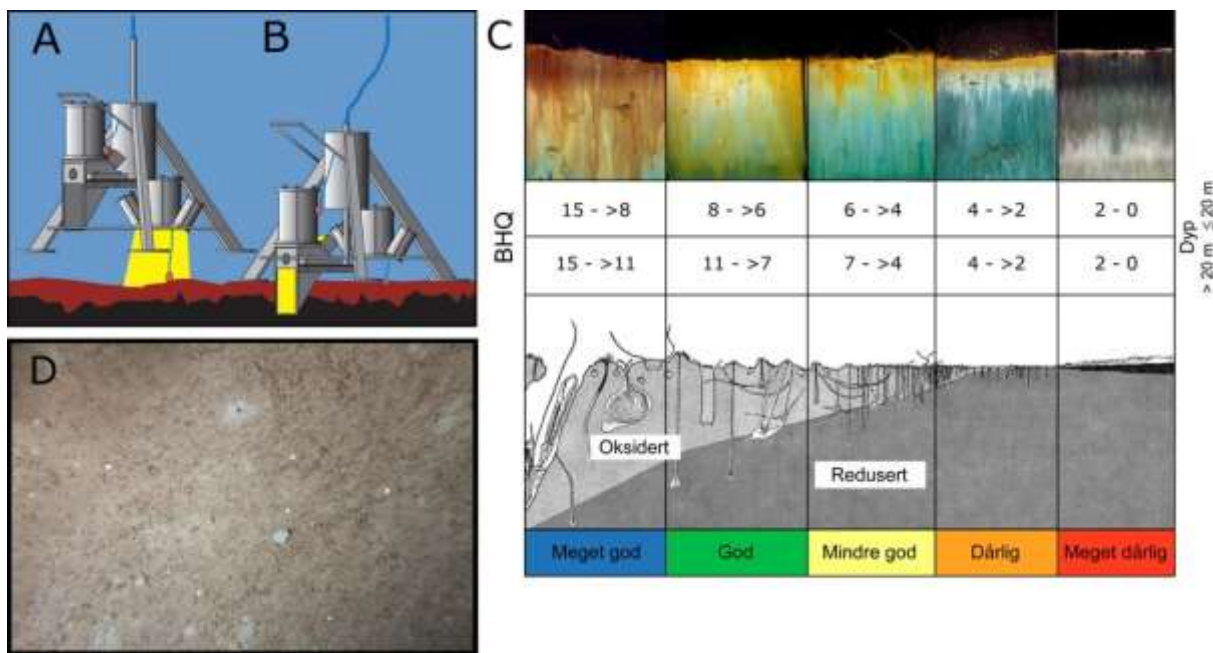
Figur 4. Stasjonsplassering for SPI-undersøkelser i 2013, LØ-1 prøvetas også for fauna



Figur 5. a. Sedimentprøvestasjoner (blå prikker) på ca. 10, 20 og 30 m dyp utenfor stasjon B2 og B3. **b.** Sedimentprøvetaking utenfor stasjon B3.

2.2.1 Sedimentprofilfotografering (SPI)

Sedimentprofilfotografering (SPI) er en rask metode for visuell kartlegging og klassifisering av sediment og bløtbunnfauna. Teknikken kan sammenlignes med et omvendt periskop som ser horisontalt inn i de øverste dm av sedimentet. Bildet som blir 17,3 cm bredt og 26 cm høyt, tas nede i sedimentet uten å forstyrre strukturer i sedimentet. Et digitalt kamera med blits er montert i et vanntett hus på en rigg med tre ben (**Figur 6**). Denne senkes ned til sedimentoverflaten slik at en vertikal glassplate presses ca. 20 cm ned i sedimentet. Bildet tas gjennom glassplaten via et skråstilt speil som til sammen utgjør et prisme. Resultatet er digitale fotografier med detaljer både av strukturer og farger av overflatesedimentet. På riggen er det montert et overflatekamera som tar et bilde ($\approx 1/4\text{m}^2$) av sedimentoverflaten rett før riggen når den.



Figur 6. Prinsippskisse for SPI-kamera og bildeanalyse. (A) Rigg over bunnen. Gult antyder at bilde av overflaten tas. (B) Kamera med prismet som har trengt ned i sedimentet og SPI bildet eksponeres. (C) Figuren viser en modell av endringer i faunatype fra upåvirkede bunnsedimenter med en rik, dyptgravende fauna (Meget god) til en grunnlevende, fattig fauna i påvirkede områder (Meget dårlig). Sedimentprofilbildet er vist i toppen av figuren, der brunt farget sediment indikerer oksidert, bioturbert sediment mens sortfarget sediment indikerer reduserte forhold. Grenseverdier for BHQ-miljøkvalitetsindeks for vanddyb ≤ 20 meter og > 20 m i samme skala som benyttes for marine sedimenter i EUs vanndirektiv (Pearson & Rosenberg 1978, Nilsson & Rosenberg 1997, Rosenberg *et al.* 2004, Nilsson & Rosenberg 2006 er vist). (D) Eksempel av et overflatebilde med strukturer og børstemarkrør synlig.

Beregninger av miljøindeks

Fra bildene beregnes en miljøindeks (Benthic Habitat Quality index; BHQ-indeks) ut fra strukturer i sedimentoverflaten (rør av børstemark, fødegrop og ekskrementhaug) og strukturer under sedimentoverflaten (bløtbunnsfauna, faunagang og oksiderte hulrom i sedimentet), samt redox-forhold i sedimentet. Indeksen varierer på en skala fra 0 til 15. Indeksen kan så sammenlignes med Pearson og Rosenbergs klassiske modell for faunaens suksessjon. Fra denne modellen klassifiseres bunnmiljøet i samme skala som benyttes i EUs vanndirektiv (Rosenberg *et al.* 2004). BHQ-indeksen har god korrelasjon med parameterne brukt i tradisjonelle bunnfaunaundersøkelser (Rosenberg *et al.* 2004). Fra overflatebildene kan dyr på sedimentoverflaten og spor av deres aktivitet studeres og kvantifiseres.

2.2.2 Bløtbunnsfauna

Prøver av faunasammensetning i sedimentene ble samlet inn på stasjon LØ-1 (**Figur 4**).

Bløtbunnsprøvene ble tatt med en van Veen grabb med prøvetakingsareal på 0,1 m², og det ble tatt tre parallelle grabbprøver på stasjonen. Hver prøve ble kontrollert for å se etter forstyrrelse av sedimentet, og gitt en visuell beskrivelse av sedimentets karakter (farge, lukt, konsistens). Sedimentvolum ble målt til nærmeste cm fylling i grabben og deretter ble prøven vasket forsiktig gjennom sikter med henholdsvis 5 mm og 1 mm runde hull. Sikteresten ble så konserveret i en 4 - 10 % formalinløsning nøytralisert med boraks og tilsatt fargestoffet bengalrosa for å gjøre sorteringen lettere. I laboratoriet ble sikteresten grovsortert under stereolupe og alle dyr plukket ut og lagret på 80 % sprit. Alle dyr ble artsbestemt til lavest mulig taksonomiske nivå, og alle individer av hver art talt.

Prøvetaking, sortering og identifisering ble utført iht. standarden ISO 16665:2005 (Water quality. Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft-bottom macrofauna) og NIVAs interne akkrediterte prosedyrer.

En sedimentprøve fra øvre 0 - 5 cm sjikt for analyse av kornfordeling (andel finstoff, dvs. leire og silt) ble tatt fra en separat grabbprøve. Sedimentprøvene fra øvre 0 - 1 cm sjikt for analyse av total organisk karbon (TOC) ble tatt fra faunagrabbene. De ikke-biologiske analysene ble utført av NIVAs kjemilaboratorium iht. ISO NS-EN ISO/IEC 17025 (Generelle krav til prøvings- og kalibreringslaboratoriers kompetanse).

Beregninger av bløtbunnsindekser

Bløtbunnsfauna karakteriseres ved total antall arter, total antall individer og artssammensetning. På grunnlag av artslistene beregnes indekser for artsmangfold og ømfintlighet. Følgende indekser ble benyttet:

- artsmangfold ved Shannon-Wiener indeksen H' (\log_2) og Hurlberts diversitetsindeks ES_{100} (forventet antall arter per 100 individer)
- ømfintlighet ved indeksen ISI
- kvalitetsindeksene NQI1 og NQI2, sammensatte indekser som kombinerer både artsmangfold og ømfintlighet

Indeksverdiene ble beregnet for hver grabbprøve og videre ble stasjonens middelerverdi beregnet og brukt til tilstandsklassifisering. Klassifiseringen ble utført i henhold til veileder 01:2009 (Klassifisering av miljøtilstand i vann). Det anbefales i veilederen å vektlegge NQI1 (Norwegian Quality Index) siden denne er interkalibrert mellom flest land. Klassegrensene for alle indeksene er gitt i **Tabell 3**. Klassifiseringssystemet opererer med fem tilstandsklasser som spenner fra svært god (Klasse I) til svært dårlig tilstand (Klasse V). Vanndirektivet har som generelt mål at alle vannforekomster minst skal opprettholde eller oppnå god tilstand (Klasse II).

Tabell 3. Oversikt over klassegrenser og referansetilstand for de ulike indeksene som benyttes for klassifisering av økologisk tilstand på grunnlag av bløtbunnsfauna (Veileder 01:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann).

Indeks	Type indeks	Økologisk tilstandsklasse basert på bunnfauna i sediment					Referanse-verdi
		Svært dårlig	Dårlig	Moderat	God	Svært god	
NQI1	Sammensatt	<0,31	0,31 - 0,49	0,49 - 0,63	0,63 - 0,72	>0,72	0,78
NQI2	Sammensatt	<0,20	0,20 - 0,38	0,38 - 0,54	0,54 - 0,65	>0,65	0,73
H'	Artsmangfold	<0,9	0,9 - 1,9	1,9 - 3,0	3,0 - 3,8	>3,8	4,4
ES_{100}	Artsmangfold	<5	5 - 10	10 - 17	17 - 25	>25	32
ISI	Ømfintlighet	<4,2	4,2 - 6,1	6,1 - 7,5	7,5 - 8,4	>8,4	9

For klassifisering av tilstand etter organisk innhold i sediment (iht. veileder SFT 97:03) må TOC-verdiene korrigeres for sedimentets innhold av finstoff (% <63µm, dvs. leire og silt). Dette gjøres ved at prøven standardiseres for teoretisk 100 % finstoff etter formelen:

$$\text{Normalisert TOC} = \text{målt TOC} + 18 (1-F)$$

hvor F er lik andelen finstoff.

Klassegrensene for tilstand for organisk innhold i sediment er gitt i **Tabell 4**. TOC benyttes imidlertid kun som et supplement til faunadataene for å få informasjon om graden av organisk belastning, men inngår ikke i klassifiseringen av økologisk tilstand. Tilstandsklassene for organisk innhold i sediment kan derfor anses som veiledende.

Tabell 4. Klassifisering av tilstand for organisk innhold i sediment. TOC-verdiene er korrigert for innhold av finstoff forut for klassifiseringen. Fra SFT 97:03.

Parameter	Klassifisering av tilstand for organisk innhold i sediment (SFT 97:03)				
	Svært dårlig	Dårlig	Mindre god (moderat)	God	Svært god
Organisk karbon (TOC) (mg/g)	<41	34 - 41	27 - 34	20-27	<20

2.2.3 Metaller og radioaktivitet i sediment ved bulkkaia

Ved stasjon B2 og B3 ble det tatt sedimentprøver med en liten van Veen-grabb (0,025 m²) som ble operert fra NIVAs lettboat (**Figur 5b**). På hver stasjon ble det tatt tre grabber i en dybdegradient (ca. 10 m, 20 m og 30 m dyp). Det ble tatt ut prøver av overflatesedimentene (0 - 2 cm) som ble analysert for metaller og radioaktivitet.

Analyse av radioaktivitet

To sedimentprøver ble sendt til IFE hvor de ble analysert for naturlig radioaktivitet (²²⁶Ra, ²²⁸Ra, ²²⁸Th, ²¹⁰Pb, ⁴⁰K) ved hjelp av høyoppløselig gammaspektrometri etter tørking ved 105 °C. Rapportert usikkerhet er en utvidet usikkerhet basert på en standard usikkerhet multiplisert med en dekningsfaktor på 2, som gir et dekningsnivå på tilnærmet 95 %.

Klassifisering av tilstand fra konsentrasjoner i sedimenter

De observerte konsentrasjoner i sedimenter er i hovedsak klassifisert iht. til Miljødirektoratets klassifiseringsgrenser for miljøgifter i vann og sedimenter (Bakke *et al.* 2007) (**Tabell 5**). Kobolt (Co) og vanadium (V) er klassifisert etter Konieczny & Brevik (1997) da de ikke inngår i Miljødirektoratets tilstandsklassifisering fra 2007.

Tabell 5. Klassifisering av tilstand ut fra innhold av metaller i sedimenter (kilde: Bakke *et al.* 2007).

*Kobolt (Co) og vanadium (V) er klassifisert etter Konieczny & Brevik (1997) da de ikke inngår i Miljødirektoratets tilstandsklassifisering fra 2007

	I Bakgrunn	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
Arsen (mg As/kg)	<20	20 - 52	52 - 76	76 - 580	>580
Bly (mg Pb/kg)	<30	30 - 83	83 - 100	100 - 720	>720
Kadmium (mg Cd/kg)	<0,25	0,25 - 2,6	2,6 - 15	15 - 140	>140
Kobber (mg Cu/kg)	<35	35 - 51	51 - 55	55 - 220	>220
Krom (mg Cr/kg)	<70	70 - 560	560 - 5 900	5 900 - 59 000	>59 000
Kvikksølv (mg Hg/kg)	<0,15	0,15 - 0,63	0,63 - 0,86	0,86 - 1,6	>1,6
Nikkel (mg Ni/kg)	<30	30 - 46	46 - 120	120 - 840	>840
Sink (mg Zn/kg)	<150	150 - 360	360 - 590	590 - 4 500	>4 500
Kobolt (mg Co/kg)*	<25±10	35 - 150	150 - 700	700 - 1 500	>1 500
Vanadium (mg V/kg)*	<100±50	150 - 650	650 - 3 000	3 000 - 10 000	>10 000
PCB7 (µg/kg)	<5	5 - 17	17 - 190	190 - 1900	>1 900
Benzo(a)pyren (µg B(a)P/kg)	<6	6 - 420	420 - 830	830 - 4200	>4 200
Σ PAH16 (µg/kg)	<300	300 - 2 000	2 000 - 6 000	6 000 - 20 000	>20 000
TBT (µg/kg) - forvaltningsmessig	<1	1 - 5	5 - 20	20 - 100	>100
Dioksiner (µg PCDD/F /kg)	<0,01	0,01 - 0,03	0,03 - 0,10	0,10 - 0,50	>0,50

2.3 Strandsoneundersøkelser

Dyr og alger i strandsonen er blitt undersøkt ved to stasjoner på Langøya (B2 og B6), og ved en kontrollstasjon på Mølen (BK) siden 1996 (**Figur 3** og **Tabell 19 – Vedlegg D**). I 2013 ble undersøkelsen utført 24. og 25. september.

Undersøkelsen ble utført ved snorkling. På hver stasjon ble det undersøkt ca. 10 m av strandlinjen, fra overflaten og ned til ca. 1 m dyp. Alle fastsittende makroalger og fastsittende/langsamt bevegelige dyr ble registrert. De artene som ikke kunne identifiseres i felt, ble tatt med for nærmere artsbestemmelse under mikroskop/lupe. Mengden av de registrerte organismene ble bestemt etter en semi-kvantitativ skala:

- 1 = enkeltfunn
- 2 = spredt forekomst
- 3 = vanlig forekomst
- 4 = dominerende forekomst

2.4 Kartlegging av ålegras

Kartleggingen av ålegras (*Zostera marina*) ble utført vha. et nedsenkbart undervannsvideokamera fra en liten lettboat. De tidligere registrerte ålegrasforekomstene rundt Langøya strekker seg fra ca. 1 – 4 m dyp. Videokameraet filmet kontinuerlig bunnen på ca. 2 m dyp langs hele sørvestsiden av Langøya. På nordøstsiden ble registreringene gjort i de største buktene. Ved jevne mellomrom ble det tatt GPS posisjoner hvor bl.a. dyp, substrat, bunnens helningsgrad, tilstedeværelse/fravær av ålegras ble notert.

Der hvor det ble registrert ålegras ble også høyden og kvaliteten (basert på mengden sedimentering og påvekst på bladene) til de registrerte ålegrasforekomstene anslått. Der hvor det ble registrert større ålegrasforekomster ble det tatt enkelte dybdetransekt for å kartlegge nedre og øvre voksegrense til ålegrasengene.

3. Resultater

3.1 Undersøkelser av metaller og miljøgifter i blåskjell

3.1.1 Metaller i blåskjell

Tilstanden med hensyn til metallinnhold i de undersøkte blåskjellene (**Tabell 6**) var i hovedsak god i 2013. Av de 279 tilstandsklassifiseringene som ble foretatt viste 79,2 % (221) av klassifiseringene ubetydelig-lite forurensing (Kl. I), 20,4 % (57) moderat forurensing (Kl. II) og 0,4 % (1) markert forurensing (Kl.III).

Tabell 6. Tørrstoff i prosent (TTS) og metallinnhold (mg/kg tørrvekt) av arsen (As), barium (Ba), kadmium (Cd), kobolt (Co), krom (Cr), kobber (Cu), kvikksølv (Hg), molybden (Mo), nikkel (Ni), bly (Pb), sink (Zn) og vanadium (V) i blåskjell fra 8 stasjoner ved Langøya i Holmestrand-fjorden og kontrollstasjonen på Mølen (BK) i 2013. Kobolt og vanadium er klassifisert etter Knutzen & Skei (1990) og Konieczny & Brevik (1997), øvrige metaller etter Miljødirektoratets klassifisering (Molvær *et al.* 1997).

	Dato	TTS	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Zn	V
B2 I	24.sep	13	10,31	3,62	1,65	0,56	1**	6,85	0,16	0,46	1,46	1,54	214	1,38
B2 II	24.sep	13	10,15	3,77	1,87	0,59	1,15**	6,46	0,18	0,46	5,85	1,38	141	1,31
B2 III	24.sep	7,7	15,84	7,79	2,64	0,94	3,25	10,52	0,26	0,91	3,25	2,52	206	2,34
B3 I	12.jul	13*	-	4,62	3,31	-	3,00	-	-	-	-	7,69	-	-
B3 II	12.jul	12*	-	4,17	3,83	-	3,67	-	-	-	-	13,33	-	-
B3 III	12.jul	13*	-	3,85	3,31	-	1,92	-	-	-	-	9,23	-	-
B3 I	24.sep	16	8,81	10,19	2,01	0,54	1,75	17,00	0,14	0,31	1,56	7,63	162	1,25
B3 II	24.sep	16	8,25	7,19	1,93	0,52	1,63	18,56	0,13	0,31	1,44	7,31	164	1,19
B3 III	24.sep	16	9,25	6,44	2,19	0,61	3,75	16,06	0,16	0,63	4,69	7,94	173	1,44
B4 I	24.sep	14	9,36	5,93	1,45	0,62	1,43**	7,14	0,13	0,50	1,71	2,36	121	2,43
B4 II	24.sep	13	10,23	6,85	1,76	0,77	2,15	7,46	0,15	0,46	2,23	2,77	122	2,62
B4 III	24.sep	12	12,00	8,67	2,08	0,91	12,83	8,08	0,17	2,00	9,17	2,92	139	2,92
B5 I	24.sep	16	6,09	3,56	1,06	0,47	0,56**	6,50	0,08	0,25	1,06	0,88	100	1,00
B5 II	24.sep	15	6,93	5,13	1,29	0,57	0,93**	6,87	0,10	0,33	1,33	1,33	111	1,67
B5 III	24.sep	17	6,76	5,00	1,21	0,59	1,06	7,06	0,09	0,35	1,41	1,29	120	1,65
B6 I	24.sep	13	14,38	7,92	1,72	0,76	2,26	7,08	0,18	0,54	2,08	2,08	137	2,77
B6 II	24.sep	13	13,00	6,00	1,75	0,71	1,54	7,08	0,18	0,54	2,00	1,92	117	2,23
B6 III	24.sep	12	12,83	7,75	1,78	0,76	1,92	8,33	0,18	0,58	2,08	2,08	128	2,25
B7 I	25.sep	14	8,86	4,79	1,39	0,53	2,93	6,50	0,14	0,50	1,93	1,93	116	1,71
B7 II	25.sep	14	9,21	5,43	1,49	0,63	3,93	7,00	0,15	0,50	2,64	1,79	125	1,64
B7 III	25.sep	15	9,07	3,87	1,39	0,49	1,40	6,53	0,13	0,47	1,20	1,60	127	1,53
B10 I	25.sep	14	9,21	5,00	1,57	0,64	2,07	7,50	0,15	0,43	2,00	1,50	116	1,50
B10 II	25.sep	7,5	22,67	6,67	2,48	1,13	4,00	12,40	0,27	0,93	3,33	2,15	197	2,40
B10 III	25.sep	14	11,21	3,50	1,50	0,62	2,64	7,21	0,15	0,50	2,21	1,36	101	1,43
B11 I	25.sep	15	8,73	3,27	1,33	0,58	2,13	6,47	0,13	0,47	2,07	1,20	117	1,33
B11 II	25.sep	15	9,40	4,87	1,42	0,65	3,07	7,47	0,15	0,47	2,40	1,60	111	1,67
B11 III	25.sep	14	10,79	4,79	1,57	0,64	1,71	6,64	0,16	0,50	1,71	1,50	138	1,29
BK I	25.sep	15	8,00	4,40	0,93	0,53	1,93	7,33	0,10	0,53	2,93	1,87	127	2,13
BK II	25.sep	14	10,00	3,64	1,14	0,39	1,57	5,64	0,17	0,71	1,36	1,21	93	1,71
BK III	25.sep	13	11,69	5,00	1,21	0,68	6,54	6,31	0,15	1,23	5,08	1,23	93	2,00

* Ikke tilstrekkelig prøvemateriale til å analysere TTS. For å kunne gjøre om våtvekt (v.v.) verdier til tørrvekt (t.v.) og dermed klassifisere resultatene, ble det brukt en gjennomsnittverdi av TTS fra 2010-2012 analysene på B3 sommerprøvene.

** Cr= Usikre resultater pga. høy Cl verdi

Miljødirektoratets tilstandsklasser:		Klasse 3	Markert forurensset
Klasse 1	Ubetydelig – lite forurensset	Klasse 4	Sterkt forurensset
Klasse 2	Moderat forurensset	Klasse 5	Meget sterkt forurensset

For kobolt viste samtlige prøver ubetydelig-lite forurensing (Kl. I), det samme gjaldt for samtlige prøver fra stasjon B5. Metallforurensingen var hovedsakelig forårsaket av arsenikk (As), vanadium (V) og krom (Cr). Kun en prøve (krom i en prøve fra stasjon B4) viste markert forurensing (Kl. III).

I 2012 viste samtlige prøver moderat forurensing av kvikksølv (Hg), mens i 2013 viste kun to prøver (en fra stasjon B2 og en fra stasjon B10) moderat forurensing. Analysene viste at metallinnholdet målt i 2013 hovedsakelig var lavere i alle prøvene sammenliknet med 2012 (Gitmark *et al.* 2013).

3.1.2 Organiske miljøgifter i blåskjell

Alle prøvene som ble analysert for organiske miljøgifter i blåskjell i 2013 viste ubetydelig-lite forurensing (Kl. I) (Tabell 7). Den generelle utviklingen av miljøtilstanden, med hensyn til organiske miljøgifter og TBT i blåskjell, ved Langøya er positiv.

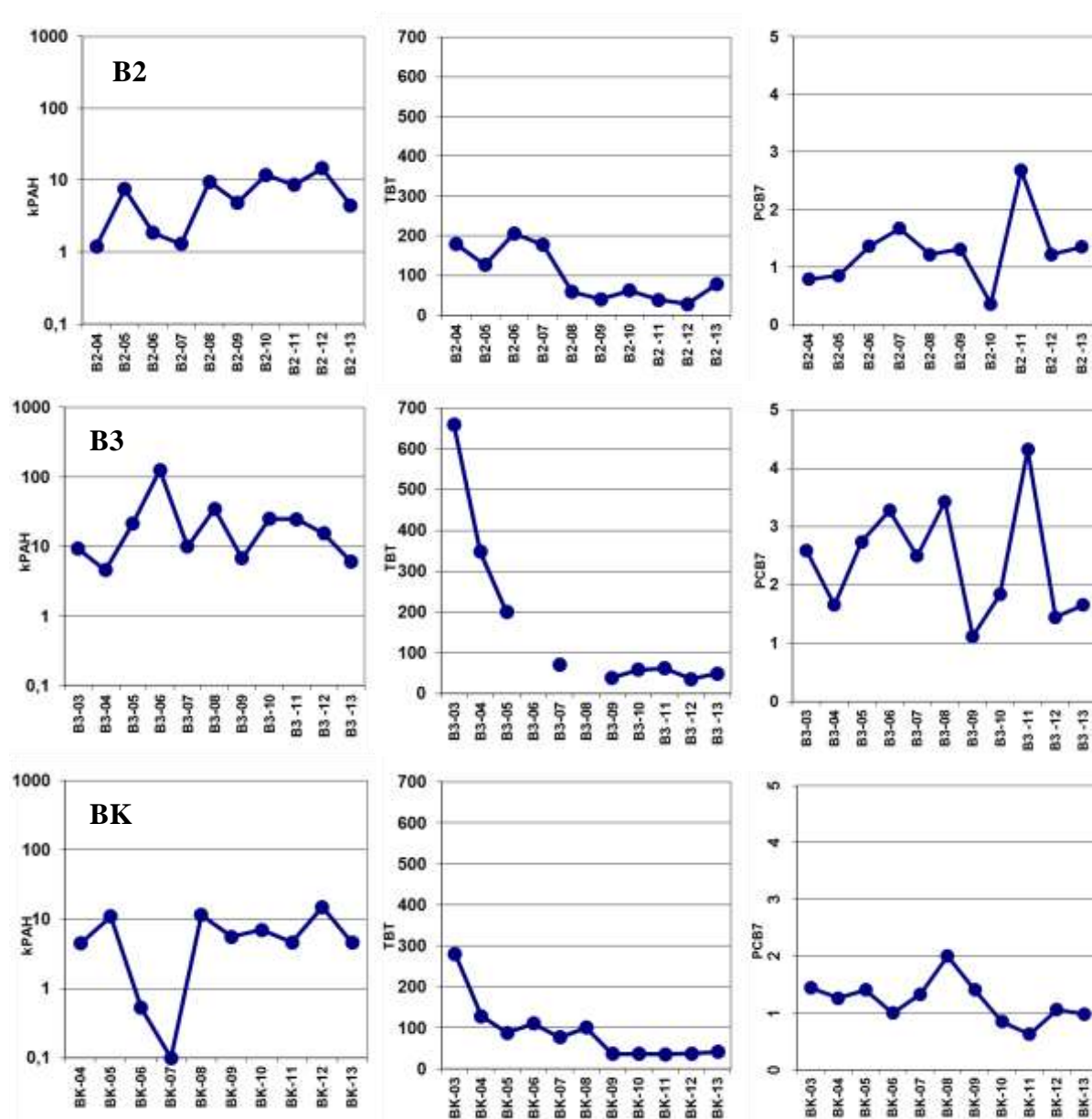
Tabell 7. Organiske miljøgifter i blåskjell fra stasjon B2, B3, B4, B6 og B11 ved Langøya i Holmestrandsfjorden og kontrollstasjonen på Mølen (BK) fra 2009 til 2013. Fra venstre: TBT på molekylbasis ($\mu\text{g/kg t.v.}$), kreftfremkallende PAH ($\mu\text{g/kg v.v.}$), Sum PAH ($\mu\text{g/kg v.v.}$), Benzo-a-pyren ($\mu\text{g/kg v.v.}$), PCB 'seven dutch' (sum av enkeltforbindelsene 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180, $\mu\text{g/kg v.v.}$), dioxin (TE, ng/kg v.v.), sum-PCB ($\mu\text{g/kg v.v.}$) og nonortho-PCB (ng/kg v.v.). Miljødirektoratets klassifisering (Molvær *et al.* 1997). Sum-PCB og nonortho-PCB inngår ikke i Miljødirektoratets klassifisering.

Stasjon-år	TBT molekyl	Sum KPAH	Sum PAH	BAP	PCB 'seven Dutch'	TE _{PCDF/D}	Sum PCB	nonortho-PCB
B2 -09	41	<4,87	<14,46	<0,5	<1,31	0,11	<1,31	0,08
B2 -10	62	<11,83	<28,63	<0,5	<0,36	0,1	<0,51	0,14
B2 -11	39	<8,6	<25,67	<0,5	2,68	0,12	<2,9	0,11
B2 -12	28	<14,62	<32,47	<0,1	<1,22	0,23	<1,22	0,09
B2 -13	78	<4,46	<11,56	<0,5	<1,35	0,09	<1,35	0,08
B3 -09	39	<6,7	<18,58	<0,5	<1,12	0,07	<1,12	0,07
B3 -10	59	<24,98	<62,49	1	1,84	0,08	<2,04	0,12
B3 -11	62	<24,7	<104,27	1,4	4,32	0,14	4,32	0,16
B3 -12	36	<15,31	<33,6	0,13	1,45	0,07	1,45	0,08
B3 -13	50	<6,08	<20,48	<0,5	1,66	0,11	1,66	0,1
B4 -09	75	<8,0	<21,21	<0,5	3,07	0,1	3,07	0,16
B4 -10	122	<10,6	<30,1	<0,5	2,1	0,08	<2,37	0,15
B4 -11	145	<13,86	<50,69	0,51	3,86	0,11	3,86	0,15
B4 -12	134	<10,23	<24,95	0,1	s<1,09	0,06	s<1,09	0,07
B4 -13	92	<5,55	<15,71	<0,5	1,63	0,07	1,63	0,11
B6 -09	48	<6,99	<20,05	0,75	<1,25	-	<1,25	-
B6 -10	40	<9	<21,47	<0,5	<1,01	-	<1,18	-
B6 -11	54	<6,48	<20,69	<0,5	2,28	-	2,28	-
B6 -12	34	<10,7	<26,35	<0,1	<1,08	-	<1,08	-
B6 -13	46	<5,61	<14,91	<0,5	<1,02	-	<1,02	-
B11 -09	28	<10,21	<27,91	0,86	<1,19	-	<1,19	-
B11 -10	50	<8,4	<18,97	<0,5	<1,02	-	<1,18	-
B11 -11	47	<9,16	<27,48	<0,5	2,46	-	2,46	-
B11 -12	19	<14,67	<30,62	0,14	s<0,77	-	s<0,77	-
B11 -13	50	<4,59	<12,29	<0,5	<1,06	-	<1,06	-
BK -09	37	<5,61	<33,7	<0,5	1,41	0,08	1,49	0,09
BK -10	36	<7,04	<16,98	<0,5	0,85	0,08	0,91	0,11
BK -11	35	<4,64	<37,44	<0,5	0,63	0,09	0,71	0,08
BK -12	37	<15,07	<32,03	0,2	<1,06	0,08	<1,06	0,18
BK -13	41	<4,6	<12	<0,5	0,98	0,09	0,98	0,08

s) det er knyttet større usikkerhet enn normalt til kvantifiseringen.

Miljødirektoratets tilstandsklasser:		Klasse 2	Moderat forurenset
Klasse 1	Ubetydelig – lite forurenset	Klasse 3	Markert forurenset

Utviklingen over tid på stasjon B2, B3 og BK er vist for kPAH, TBT og PCB₇ i **Figur 7**. Innholdet av kPAH varierer mye fra år til år. I 2013 ble det registrert lavere verdier på alle stasjonene sammenliknet med verdiene målt i 2012. Det har vært liten variasjon i TBT-innholdet på alle tre stasjonene siden 2009. I 2013 ble det målt en liten økning i TBT-innholdet på alle stasjonene. Økningen av TBT-innhold var størst på stasjon B2, men mengden var fremdeles innenfor grenseverdien til klasse I (Ubetydelig-lite forurenset). Innholdet av PCB₇ varierer mye fra år til år. I 2013 var det en liten økning av PCB₇ på Langøyastasjonene sammenliknet med 2012, mens det var en liten nedgang på Mølen. Ingen statistisk signifikante trender ble registrert for PCB₇ eller for PAH'ene (benzo-a-pyren, kreftfremkallende PAH og sum PAH) på stasjonene B2, B3, B4, B6 og BK (**Vedlegg A**).



Figur 7. Innhold av kreftfremkallende PAH (kPAH), TBT og PCB₇ i blåskjell fra to stasjoner ved Langøya (B2 og B3) og kontrollstasjonen BK på Mølen 2003 - 2013 (2004 - 2013 for B2). Konsentrasjoner av kPAH og PCB₇ er på µg/kg våtvektbasis og TBT er på µg/kg tørrvektbasis. Merk log-skala for kPAH.

3.1.3 Gradienter og utvikling i blåskjell

De målte nivåer av metaller rundt Langøya og ved referansestasjonen indikerer at det finnes andre forurensningskilder enn NOAH-Langøya som påvirker det undersøkte området. Forurensningsnivået er imidlertid generelt lavt og det blir da vanskelig å identifisere øvrige kilder som nødvendigvis ikke behøver å være helt lokale. Langøyaområdet ligger i Drammenselvas influensområde, samtidig som nærheten til industrien i Holmestrand, Sandebukta, Tofte, Horten og Moss kan ha, eller ha hatt en påvirkning på området. Det er også mulig at diffus utlekking av miljøgifter fra forurensede sedimenter, s.k. ”gamle synder”, bidrar.

Trendanalysene (**Figur 8 - Figur 13** og **Vedlegg A**) har avdekket ni signifikante lineært oppadgående trender for perioden fra 1996. Dette gjelder bl.a. konsentrasjoner av kadmium (**Figur 8**), kvikksølv (**Figur 10**), og bly (**Figur 12**) i blåskjell på stasjon B3 ved bulkkaia på Langøya, og på kontrollstasjonen BK for kvikksølv og bly. Ingen nedadgående trender ble registrert. For kadmium ble det funnet en oppadgående trend også på stasjonene B2, B4 og B5. Merk at man i trendanalysene baserer seg på medianverdien av de tre parallelle prøvene. Tidstrendanalyser for samtlige metaller er vist i **Vedlegg A**.

I hovedsak er det observert lave metallkonsentrasjoner i blåskjellene, dvs i klasse I (ubetydelig-lite forurenset) eller klasse II (moderat forurenset). Figurer for samtlige metaller er vist i **Vedlegg B**. Det har imidlertid vært registrert mediane konsentrasjoner i klasse III (markert forurenset) av krom i 2012 og bly sporadisk i undersøkelsesperioden 1996 – 2012.

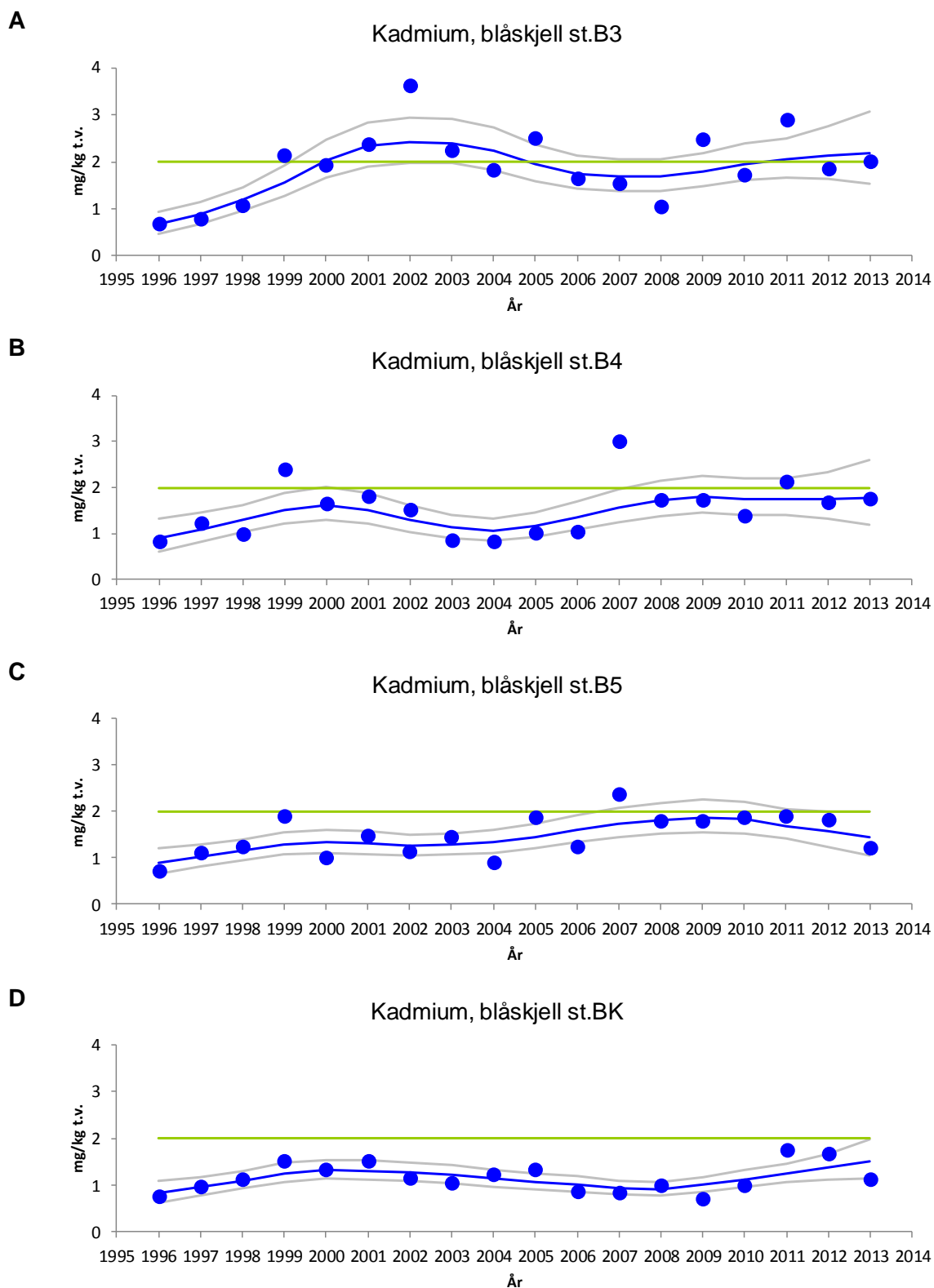
I 2006 var overkonsentrasjonene begrenset til klasse II (moderat forurenset) og gjaldt kadmium, krom, kvikksølv, nikkel, bly og vanadium (Waldy *et al.* 2007). I 2007 gjaldt det bare klasse II for kadmium og et tilfelle krom. I 2008 gjaldt det klasse II for tre tilfeller av krom og et tilfelle nikkel. I 2009 var det overkonsentrasjoner av arsen (K1.II) på samtlige stasjoner unntatt B7. Bariumverdiene var generelt høyere i 2010 enn tidligere. Median nikkelkonsentrasjon var i klasse II på B5. Bly var i klasse II på B3 og B4, og i tillegg var vanadium forhøyet på alle stasjoner, men høyest på kontrollstasjonen (BK) på Mølen (K1.II).

I 2013 var median kadmiumkonsentrasjon i klasse II på B3, mens i 2012 var samtlige konsentrasjoner i klasse I. I 2011 var median kadmiumkonsentrasjonen på stasjon B3 og B4 i klasse II.

For krom ble klasse II registrert på B2 og B4 i 2013, mens i 2012 var krom i klasse V (ekstremt forurenset) på B4. I 2011 var krom i klasse II på alle stasjoner bortsett fra stasjon B6 og BK som var i klasse I. Krom var ellers i klasse I i 2013 (**Figur 9**).

I 2013 var kvikksølv (**Figur 10**) og nikkel (**Figur 11**) i klasse I i alle prøvene. I 2012 var kvikksølv i klasse II på samtlige stasjoner, og nikkel var i klasse I på samtlige stasjoner bortsett fra stasjon B4 hvor det ble registrert klasse III. I 2011 var kvikksølv og nikkel så vidt over klasse I på B7 og B4.

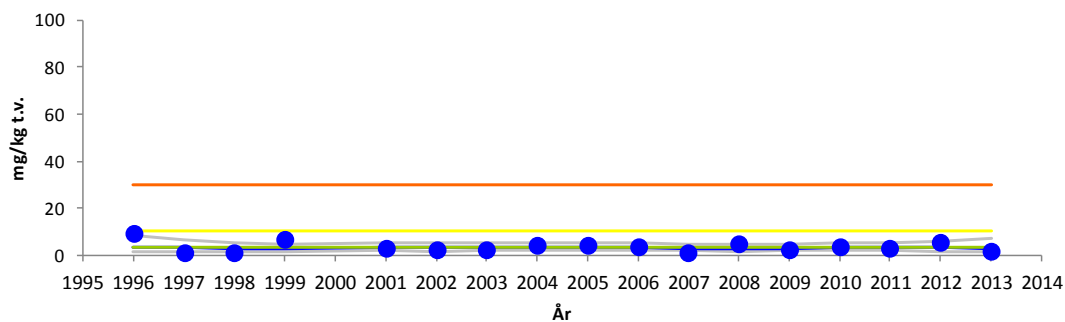
Bly var i klasse I for alle prøvene i 2013, bortsett for B3 som var i klasse II. Konsentrasjoner av bly på B3 har vært i klasse II siden 2009.



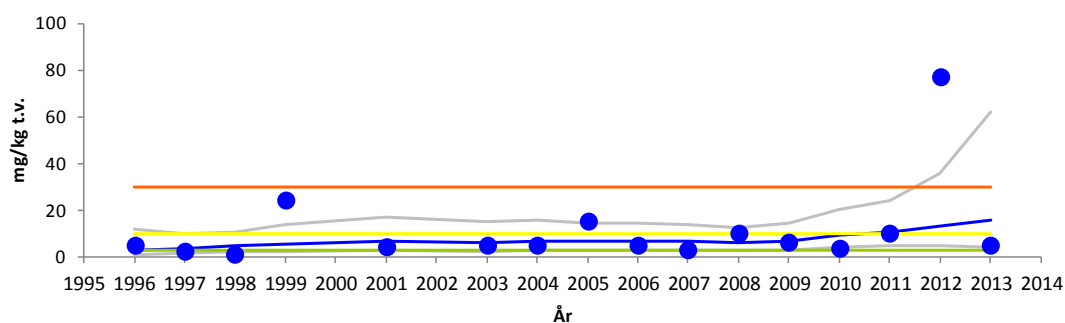
Figur 8. Median kadmium (Cd) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra tre stasjoner på Langøya (B3, B4, og B5), og referansestasjonen på Mølen (BK).

A

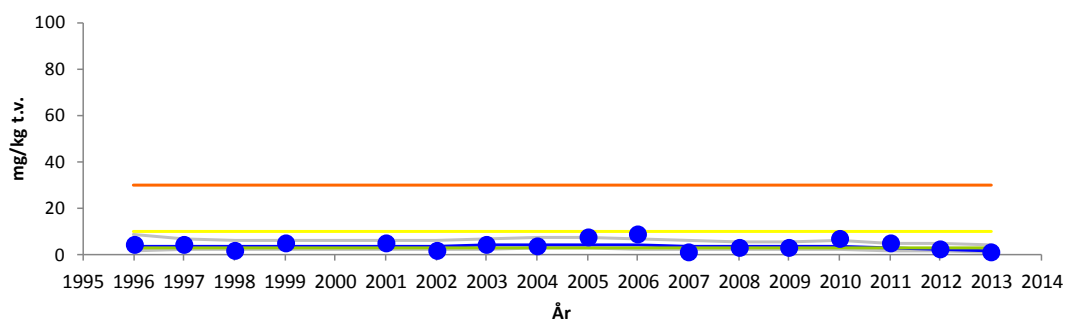
Krom, blåskjell st.B3

**B**

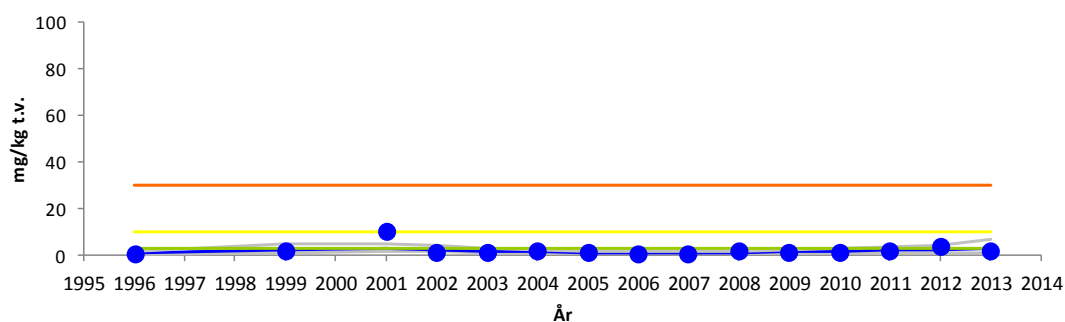
Krom, blåskjell st.B4

**C**

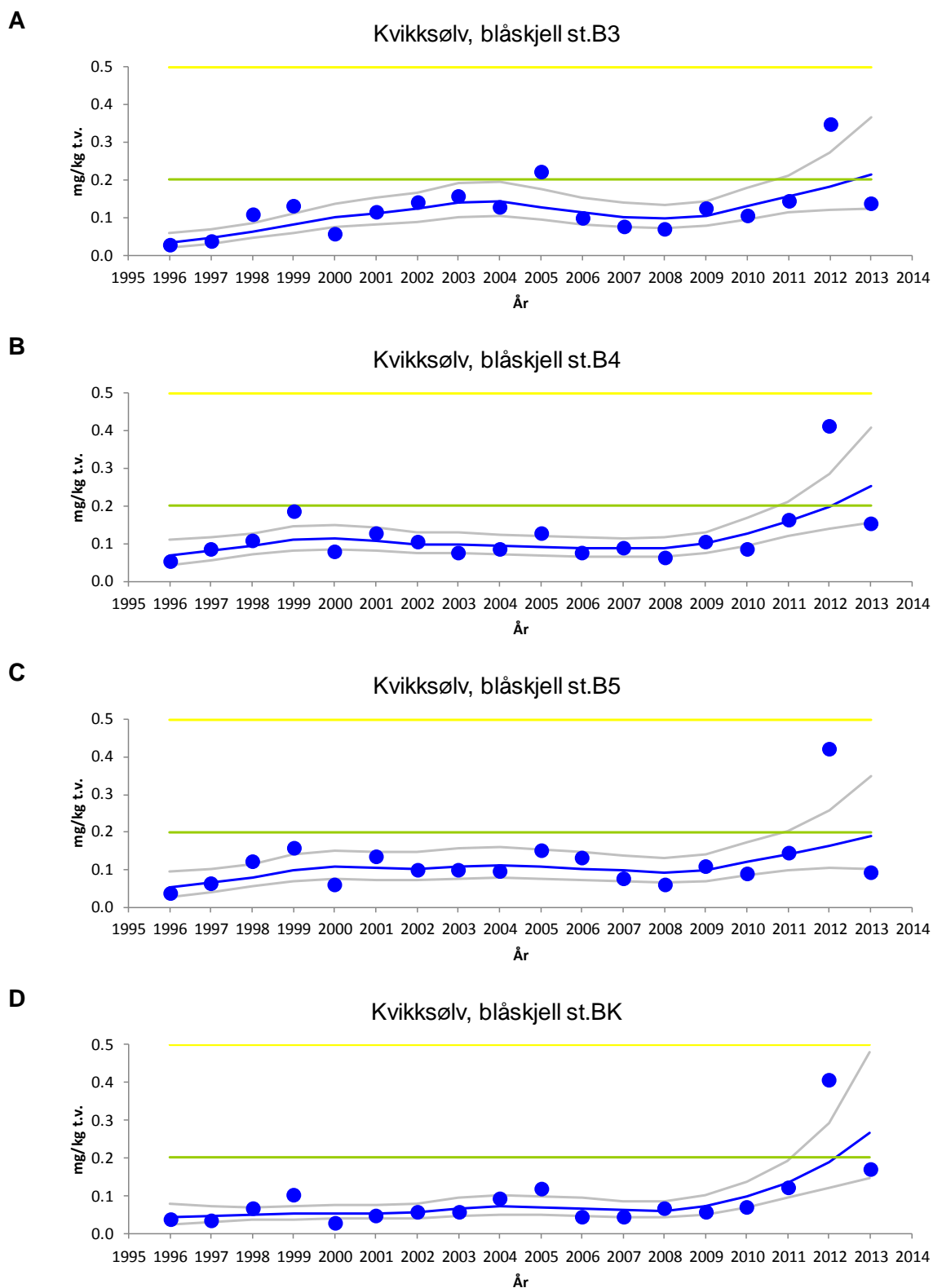
Krom, blåskjell st.B5

**D**

Krom, blåskjell st.BK



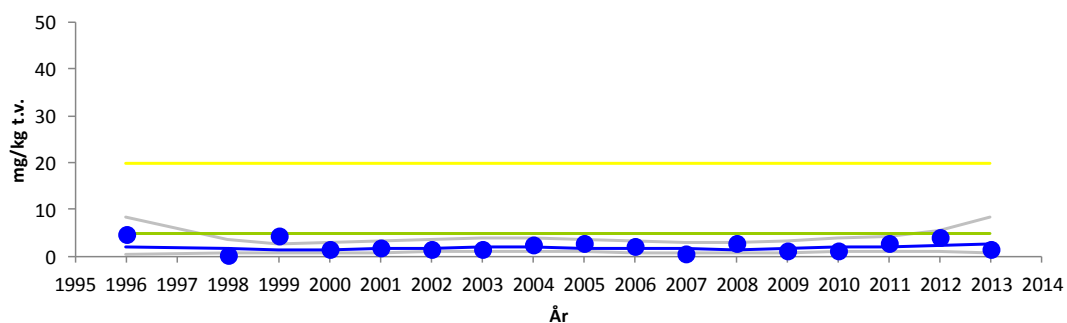
Figur 9. Median krom (Cr) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra tre stasjoner på Langøya (B3, B4, og B5), og referansestasjonen på Mølen (BK). NB. Suspekter verdier (spesielt fra 2002 og 2006) er ikke tatt med i motsetning til tidligere rapporteringer. Konsekvensen er ubetydelig for tidstrendanalysen for perioden 1996 - 2013.



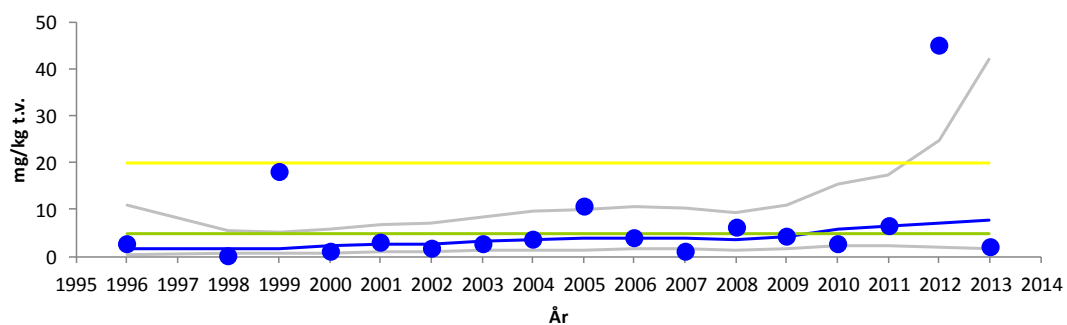
Figur 10. Median kvikksølv (Hg) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra tre stasjoner på Langøya (B3, B4, og B5), og referansestasjonen på Mølen (BK).

A

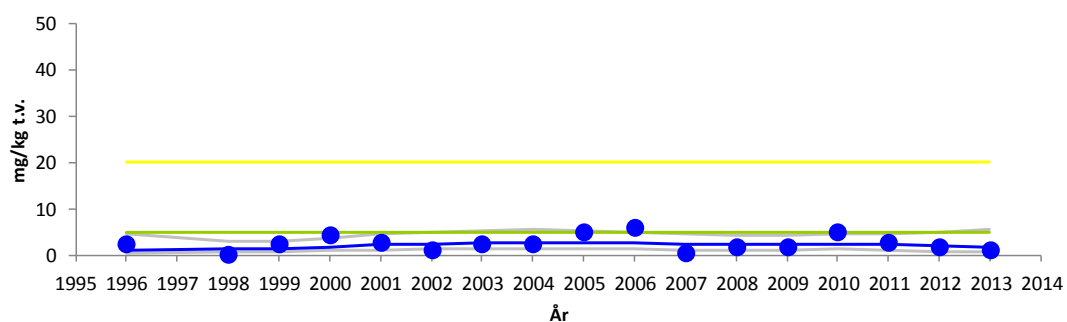
Nikkel, blåskjell st.B3

**B**

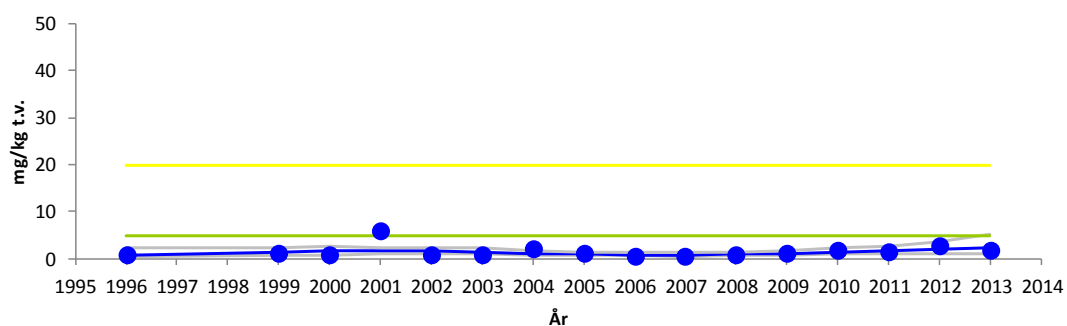
Nikkel, blåskjell st.B4

**C**

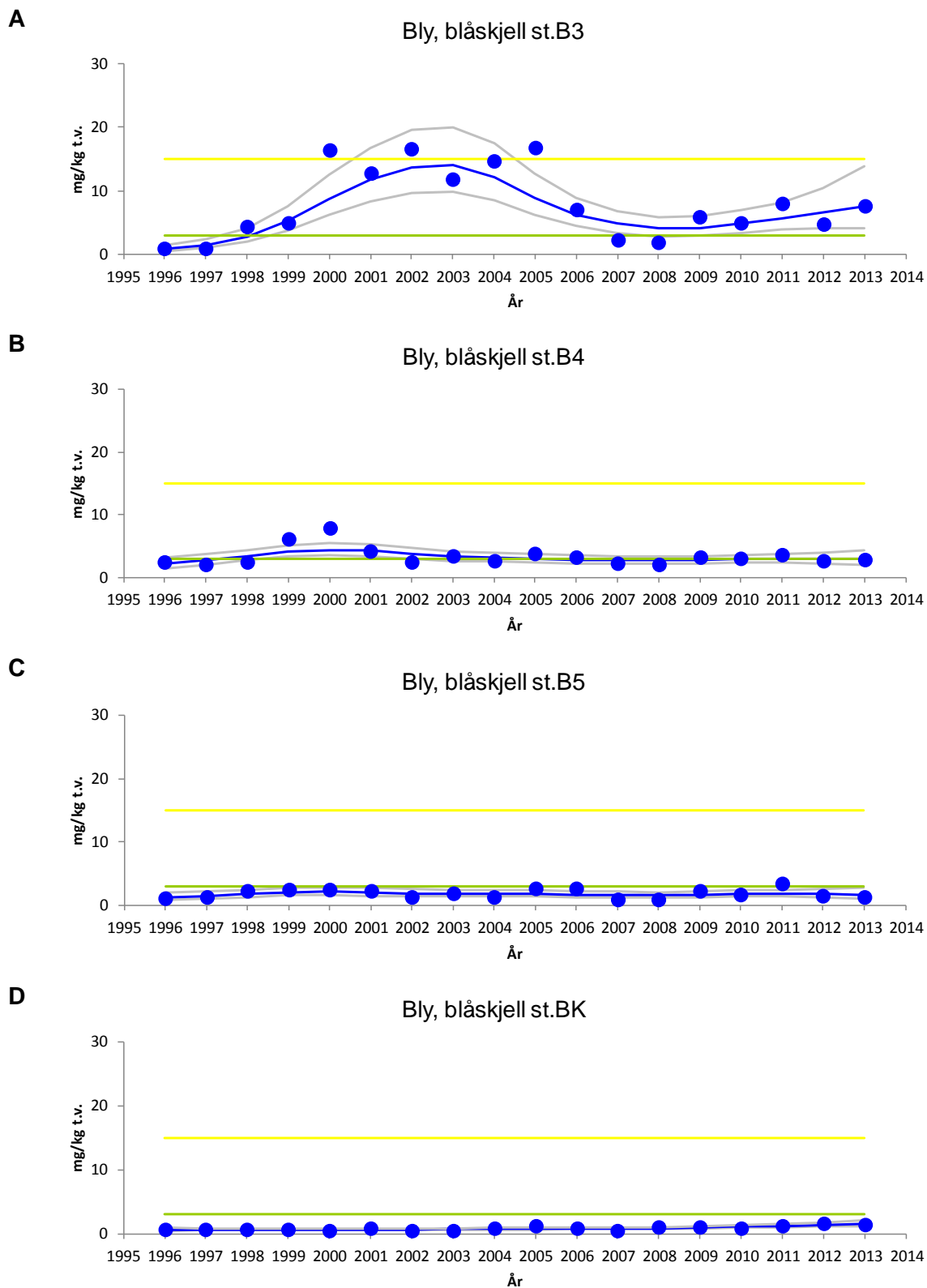
Nikkel, blåskjell st.B5

**D**

Nikkel, blåskjell st.BK



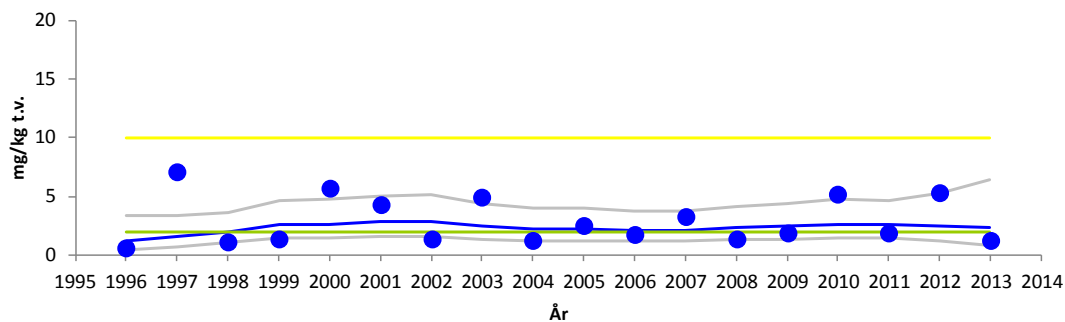
Figur 11. Median nikkel (Ni) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra tre stasjoner på Langøya (B3, B4, og B5), og referansestasjonen på Mølen (BK).



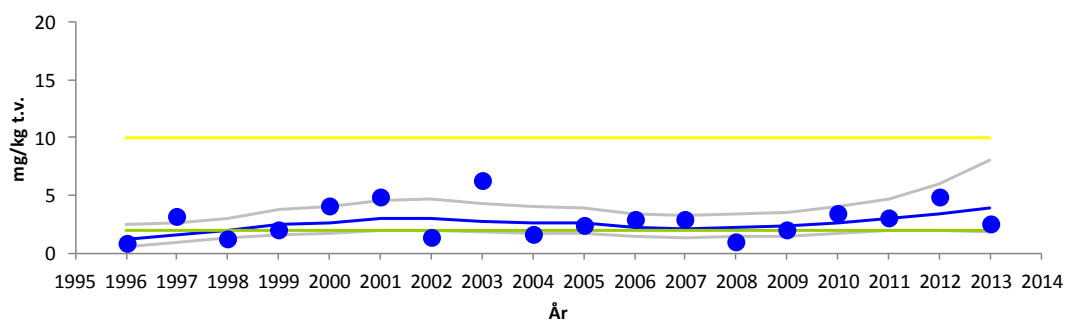
Figur 12. Median bly (Pb) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra tre stasjoner på Langøya (B3, B4, og B5), og referansestasjonen på Mølen (BK).

A

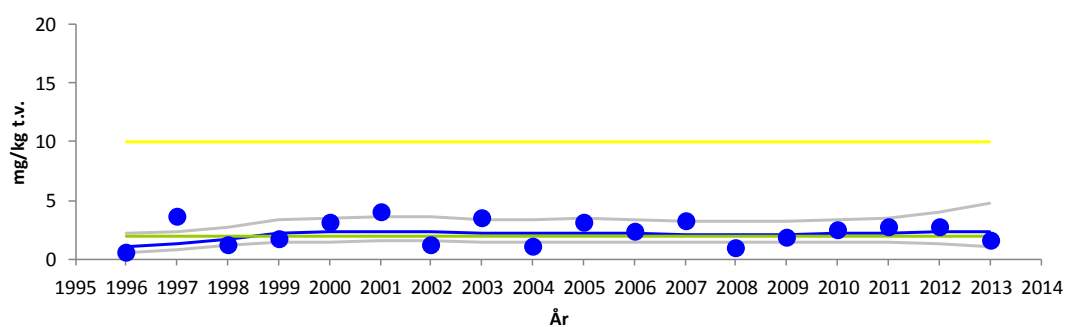
Vanadium, blåskjell st.B3

**B**

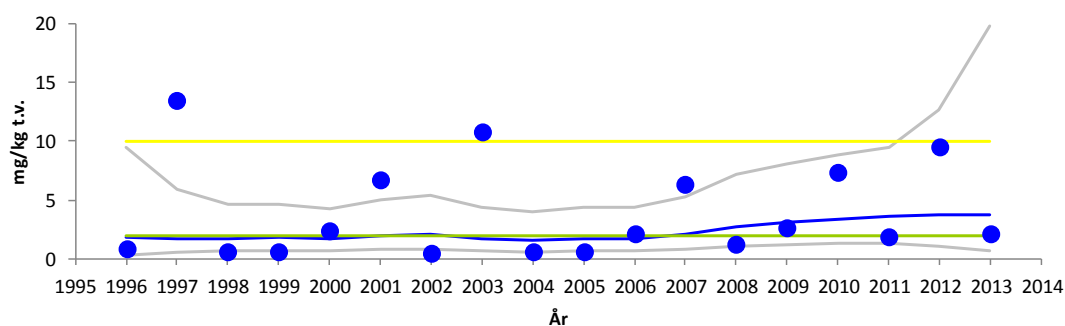
Vanadium, blåskjell st.B4

**C**

Vanadium, blåskjell st.B5

**D**

Vanadium, blåskjell st.BK

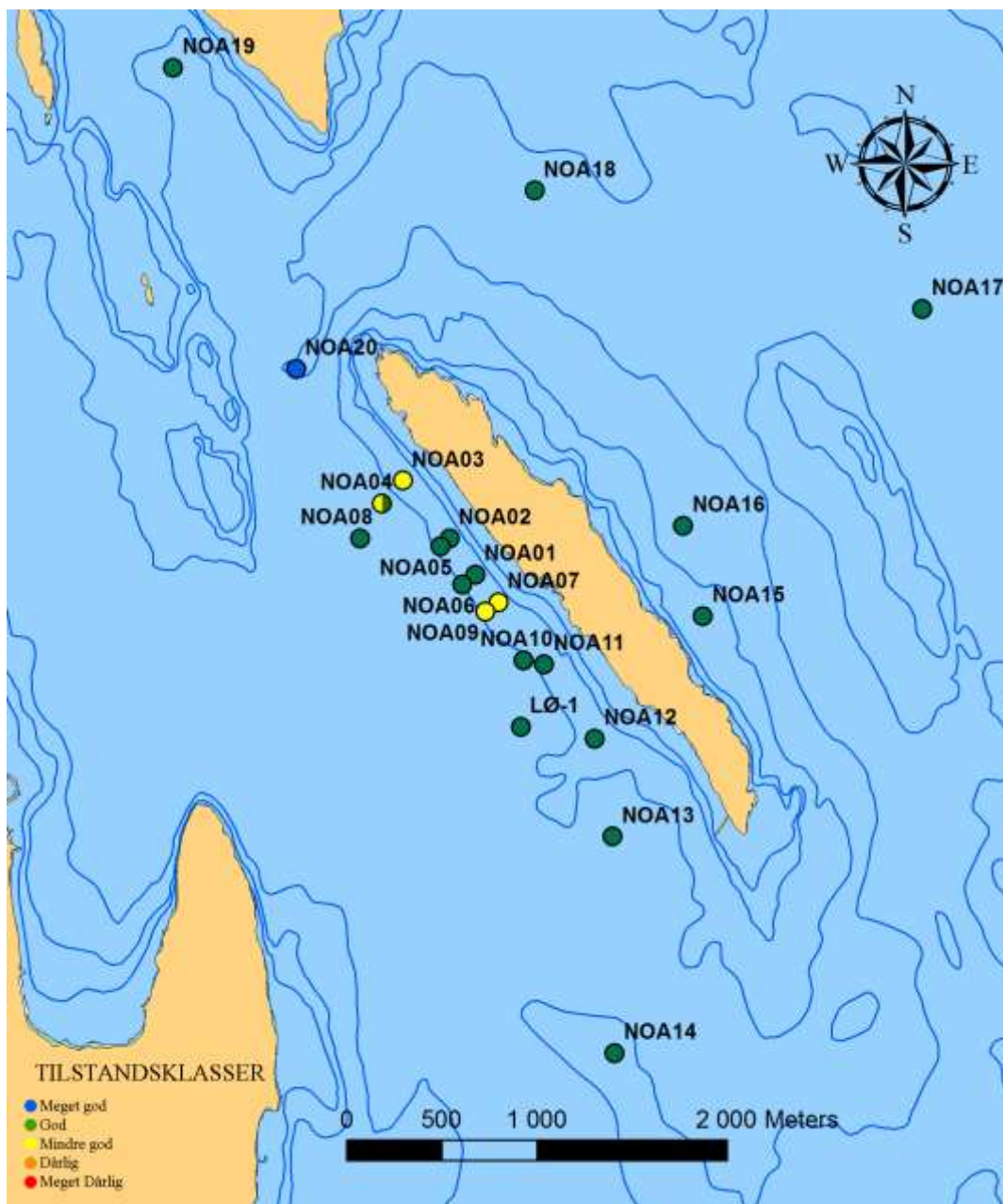


Figur 13. Median vanadium (V) konsentrasjon i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra tre stasjoner på Langøya (B3, B4, og B5), og referansestasjonen på Mølen (BK).

3.2 Sedimentundersøkelser

3.2.1 Sedimentprofilfotografering (SPI)

I 2013 ble det hovedsakelig observert god tilstand (Kl. II) på bløtbunn rundt hele Langøya (**Figur 14, Tabell 8**). På en stasjon (NOA20) ble det registrert meget god tilstand (Kl. I), tre stasjoner hadde mindre god tilstand (Kl. III). På en stasjon (NOA04) var bildene forstyrret av leire og/eller at kameraet sklir litt pga. helling i terrenget og ble skjønnsmessig bedømt til god – mindre god tilstand (Kl. II – III). Flere detaljer fra analysene av sedimentprofilbildene er vist i **Tabell 20 i Vedlegg D**.



Figur 14. Tilstandsklasser av bløtbunnfauna i henhold til BHQ-indeksen (Rosenberg *et al.* 2004) i 2013. Blå= meget god tilstand, grønn= god tilstand, gul = mindre god tilstand. Stasjonen NOA04 er markert med et gult og grønt symbol for å indikere god/mindre god tilstand.

Tabell 8. Stasjoner som inngår i NOAHs program for overvåking av sedimenter (stasjonsplassering er vist i Figur 4). Dyp (m), Benthic Habitat Quality (BHQ) - indeks basert på SPI - bilder for årene 2008 til 2013. Fargen angir tilstandsklasse (Blå = Meget god tilstand, Grønn = God tilstand, Gul = Mindre god tilstand).

Stasjon	Dyp (m)	BHQ 2008	BHQ 2009	BHQ 2010	BHQ 2011	BHQ 2012	BHQ 2013
LØ-1	68	10	11,3	10	9,5	9,5	8,3
NOA01	39	9,3	11	7	9,5	9,3	8,0
NOA02	38	10	10	8,3	10	8,5	8,0
NOA03	37	8,5	8,7	8,5	9,3	8,5	7,0
NOA04	75	10,7	9,5	8	11	10,3	* *
NOA05	48	10,3	-	7	10	9,0	8,7
NOA06	50	8,3	8	7	9,3	10,5	8,0
NOA07	32	8	8	6,5	* *	6,7	7,0
NOA08	88	10	11	11	9,3	10,0	10,0
NOA09	47	-	11	10	*	9,0	7,0
NOA10	56	9	10	9	9	10,7	8,7
NOA11	45	10	8	8	8	8,0	7,7
NOA12	44	9	9,7	9,3	10	9,0	8,5
NOA13	64	9,7	10,3	8,5	9	8,3	9,5
NOA14	101	10,5	9,5	9	9,5	10,8	10,2
NOA15	45	10,3	10,5	7	9,8	8,7	8,5
NOA16	68	9,7	9,5	9,5	8,3	8,8	8,5
NOA17	178	10,3	9,3	10	8,3	10,2	8,7
NOA18	115	9,7	9,7	10	9	9,0	8,8
NOA19	54	11	11,3	8	8,8	8,7	9,3
NOA20	100	10,5	10	9,3	10,3	8,8	11,7
NOA21	93	9	11,5	11	10,3	11,2	-

* Bildene var forstyrret pga leirklumper, eller helling som gjør at kameraet sklir. Disse ble derfor skjønnsmessig bedømt, fargen angir antatt tilstandsklasse og en kombinasjon av gult og grønt er brukt for å indikere tilstandsklasse god/mindre god.

- Bilde ikke tatt/mistet

3.2.2 Bløtbunnsfauna

Tabell 9 viser antall arter, individer og bløtbunnsindekser per grabbprøve (0,1 m²). I tillegg oppgis indeksverdier for kumulerte stasjonsdata (per 0,3 m²), og det totale antall arter og individer funnet på hver stasjon, samt indeksenenes stasjonsvise middelerverdi som brukes til tilstandsklassifisering.

Samtlige indekser som ble benyttet ga god eller meget god økologisk tilstand (**Tabell 9**) i 2013. Det anbefales i veilederen å vektlegge NQI1 ved klassifisering (Norwegian Quality Index) siden denne er interkalibrert mellom flest land. NQI1 gir god tilstand. Fullstendige artslistene for bløtbunnsfauna er gitt i **Tabell 18** i Vedlegg C.

Tabell 9. Bløtbunnsindekser for 2013 for stasjon LØ-1 beregnet enkeltvis for hver grabb, total for stasjonen (kumulerte data), og gjennomsnittet av grabbverdiene (benyttes til klassifisering). NQI1 og NQI2 (norske kvalitetsindekser), $H'(\log_2)$ (Shannon - Wiener diversitetsindeks), ES(100) (Hurlberts diversitetsindeks) og ISI (norsk ømfintlighetsindeks). Blå = Svært god tilstand, Grønn = God tilstand

Stasjon-grabb	Arter	Individer	NQI1	NQI2	$H'(\log_2)$	ES(100)	ISI
LØ-1-I	58	489	0,69	0,62	4,11	27,7	9,11
LØ-1-II	59	581	0,67	0,59	3,86	26,0	8,88
LØ-1-III	40	302	0,70	0,68	4,42	28,0	9,25
Sum LØ-1	86	1372	0,70	0,63	4,21	27,3	9,17
Middelverdi LØ-1	-	-	0,69	0,63	4,13	27,2	9,08

Stasjon LØ-1 har vært undersøkt årlig av NIVA siden 2008 (**Tabell 10**). Tilstanden har vært god eller svært god hvert år, og det har vært en jevn forbedring i tilstand fra 2008 til 2011. Resultatene fra 2012 viste en liten reduksjon i artsmangfold og økologisk tilstand sammenlignet med 2011, og denne utviklingen ser ut til å fortsette i 2013. Alle indekser med unntak av ISI viser en nedgang fra 2012 til 2013.

Tabell 10. Bløtbunnsindekser for LØ-1 fra 2008 - 2013. NQI1 og NQI2 (norske kvalitetsindekser), $H'(\log_2)$ (Shannon-Wiener diversitetsindeks), ES(100) (Hurlberts diversitetsindeks) og ISI (norsk ømfintlighetsindeks). Blå = Svært god tilstand, Grønn = God tilstand

Stasjon	År	NQI1	NQI2	$H'(\log_2)$	ES(100)	ISI
LØ-1	2008	0,63	0,57	3,79	24,1	9,04
LØ-1	2009	0,67	0,63	4,25	28	8,52
LØ-1	2010	0,71	0,69	4,58	29,7	9,18
LØ-1	2011	0,74	0,73	4,61	31,2	8,38
LØ-1	2012	0,70	0,67	4,35	28,3	8,82
LØ-1	2013	0,69	0,63	4,13	27,2	9,08

En oversikt over de ti mest tallrike artene i 2013 er gitt i **Tabell 11**. Den mest tallrike gruppen både med hensyn på arter og individer er flerbørstemark (Polychaeta), men også slangestjernen *Amphiura chiajei* (Ophiuroidea) og muslingen *Thyasira* sp. (Bivalvia) er vanlige. Flere av de vanligste artene er ansett som sensitive for forurensing og vil normalt bli borte i svært påvirkede sedimenter. Dette gjelder bl.a. den gravende slangestjernen *Amphiura chiajei*, og flerbørstemarkene *Abyssoninoe hibernica*, *Pholoe pallida* og *Prionospio dubia*. Høy forekomst av enkelte opportunistiske/tolerante flerbørstemarkarter som *Chaetozone* sp. og *Heteromastus filiformis* trekker imidlertid tilstandsklassifiseringen noe ned. Dette er arter som øker i antall ved organisk beriking.

Tabell 11. De ti mest tallrike artene funnet på LØ-1 i 2013 (total antall per 0,3m²).

GRUPPENAVN	FAMILIENAVN	ARTSNAVN	ANTALL
Flerbørstemark	Spionidae	<i>Prionospio cirrifera</i>	418
Flerbørstemark	Capitellidae	<i>Heteromastus filiformis</i>	138
Flerbørstemark	Spionidae	<i>Prionospio dubia</i>	86
Flerbørstemark	Cirratulidae	<i>Chaetozone</i> sp.	84
Slangestjerne	Amphiuridae	<i>Amphiura chiajei</i>	82
Musling	Thyasiridae	<i>Thyasira</i> sp.	71
Flerbørstemark	Lumbrineridae	<i>Abyssoninoe hibernica</i>	53
Flerbørstemark	Spionidae	<i>Prionospio fallax</i>	50
Flerbørstemark	Pholoidae	<i>Pholoe pallida</i>	43
Musling	Thyasiridae	<i>Mendicula ferruginosa</i>	23

Organisk innhold i sedimentet

Resultatene fra analyser av organisk innhold i sediment på LØ-1 er vist i **Tabell 12**. Sedimentet hadde 84 % finstoff (leire og silt), og lavt innhold av organisk karbon (< 1 %). Stasjonene har svært god tilstand (Kl. I) for organisk innhold basert på normalisert TOC (TOC63).

Tabell 12. Sedimentets innhold av finstoff (%<63µm) og total organisk karbon (TOC) på LØ-1 i 2013. TOC63 er innhold av total organisk karbon normalisert for innhold av finstoff, og tilstandsklassene er angitt med farger etter grenseverdier fra SFT-veileder 97:03 (Molvær m.fl. 1997). Blå = Svært god tilstand.

Stasjon-grabb	Finstoff (%)	TOC (mg/g)	TOC63
LØ1-I		9,0	11,9
LØ1-II		8,1	11,0
LØ1-III		8,3	11,2
Middelverdi LØ1	84*	8,5	11,3

*Det ble tatt kun én prøve for analyse av innhold av finstoff.

3.2.3 Metaller og radioaktivitet i sediment ved bulkkaia

Analysene av sedimentprøvene fra området utenfor bulkkaia ved stasjon B3, og fra B2 lenger sør, har siden oppstart i 2003 bekreftet at det er eller har vært en tilførsel av metaller til området utenfor og nær bulkkaia (**Vedlegg E**). De forurensningsbegrensende tiltak som er gjennomført har imidlertid gitt resultater ved at nivåene av metaller er redusert, og undersøkelsene i 2013 bekreftet dette (**Tabell 13**).

Resultatene er hovedsakelig klassifisert iht. til Miljødirektoratets klassifiseringsgrenser for miljøgifter i vann og sedimenter (Bakke *et al.* 2007) (**Tabell 5**).

I 2013 var det bakgrunnsverdier (Kl. I) av både bly og sink. I de to grunneste prøvene ved stasjon B2 og B3 var det en liten økning i verdiene til kadmium (Cd), men begge prøvene viste god tilstand (Kl. II): Begge prøvene hadde verdier like over grenseverdien mellom bakgrunnsverdi og god tilstand (0,25). Bariumverdiene har i alle prøvetakingsår vært langt høyere ved bulkkaia enn ved stasjon B2, og resultatene fra 2013 viser den samme trenden. Det var spesielt høye verdier i de to grunneste prøvene på stasjon B3. Den grunneste prøven ved stasjon B2 viste endel høyere verdi av molybden enn de andre, og tidligere prøver (**Tabell 13**).

Tabell 13. Tørrstoffinnhold, andel partikler <63 µm samt metallinnhold av barium (Ba), kadmium (Cd), bly (Pb), sink (Zn) og molybden (Mo) i sedimenter (0 - 2 cm) fra 2 stasjoner ved Langøya, Holmestrandsfjorden i 2011 - 2013. De tre prøvene fra hver stasjon er tatt langs et transekt, med prøve 1 nærmest land. Konsentrasjoner i mg/kg, oppgitt på tørrvektsbasis. Miljødirektoratets klassifisering (Bakke *et al.* 2007). Barium og molybden inngår ikke i Miljødirektoratets tilstandsklassifisering. Posisjoner er gitt i wgs84.

Stasjon	Dato	Dyp	N 59°	Ø 10°	%TTS	%<63µm	Ba	Cd	Pb	Zn	Mo
2011											
B2-1	23. sep	10	28.960	23.793	70	18	22	<0,25	8,1	35	<1,5
B2-2	23. sep	24	28.948	23.730	65	52	46	<0,25	13	56	<1,6
B2-3	23. sep	31	28.945	23.706	62	49	39	<0,25	12	49	<1,7
B3-1	23. sep	12	29.400	22.959	66	51	290	<0,25	24	97	<1,6
B3-2	23. sep	18	29.388	22.954	65	62	200	<0,25	20	81	<1,6
B3-3	23. sep	31	29.376	22.836	61	72	64	<0,25	14	53	<1,7
2012											
B2-1	13. sep	10	28.962	23.791	64	22	26	<0,25	8,2	33	0,34
B2-2	13. sep	19	28.949	23.749	63	45	42	<0,25	12	43	0,34
B2-3	13. sep	33	28.946	23.694	65	53	36	<0,25	11	41	0,30
B3-1	13. sep	11	29.407	22.968	61	40	560	<0,25	18	73	0,41
B3-2	13. sep	20	29.399	22.893	66	47	310	<0,25	21	73	0,40
B3-3	13. sep	32	29.451	22.776	63	52	55	<0,25	12	47	0,27
2013											
B2-1	25. sep	14	28.941	23.782	40	16	63	0,35	21	92	2,4
B2-2	25. sep	20	28.924	23.747	75	11	34	<0,25	10	37	<0,14
B2-3	25. sep	36	28.921	23.720	68	12	37	<0,25	10	40	0,16
B3-1	25. sep	10	29.414	22.936	61	6	450	0,28	17	91	0,77
B3-2	25. sep	22	29.389	22.857	67	14	100	<0,25	13	49	0,20
B3-3	25. sep	33	29.380	22.799	65	19	56	<0,25	13	54	0,17

Miljødirektoratets tilstandsklasser / Tilstand:		
Klasse 1	Bakgrunnsverdi	Klasse 4
Klasse 2	God	Klasse 5
		Moderat
		Dårlig
		Svært dårlig

Det forventes ingen toksiske effekter av de metallnivåer som ble funnet. Både bly og sink har tidligere forekommet i sedimenter på B3-1 med nivåer som kan gi omfattende toksiske effekter (Kl. V) på organismer (**Vedlegg E**).

Det er generelt en økende andel finpartikler med avstand fra land. Årsaken er sannsynligvis at sedimenter på de grunne bunnområdene nær land er utsatt for oppvirvling blant annet fra skipspropeller, slik at finere partikler resuspendes og forsvinner fra området.

En sedimentprøve fra stasjon B2 (20 m dyp) og en fra stasjon B3 (22 m dyp) ble analysert for radioaktivitet ved Institutt for energiteknikk (IFE) (**Tabell 14**). Verdiene er å anse som normale når det gjelder innhold av radioaktivitet (E. Strålberg, IFE, pers. medd.).

Tabell 14. Resultater fra bestemmelse av naturlig radioaktivitet i to sedimentprøver ved stasjon B2 og B3 i 2013.

Stasjon	Dyp	Dato	Målt aktivitet Bq/kg tørrvekt				
			²²⁶ Ra	²²⁸ Ra	²²⁸ Th	²¹⁰ Pb	⁴⁰ K
B2	20 m	25.sept.12	35,6 ± 2,9	26 ± 4	24,7 ± 2,0	72 ± 19	570 ± 40
B3	22 m	25.sept.13	53 ± 10	33 ± 8	28,8 ± 2,9	67 ± 28	700 ± 60

3.3 Strandsoneundersøkelser

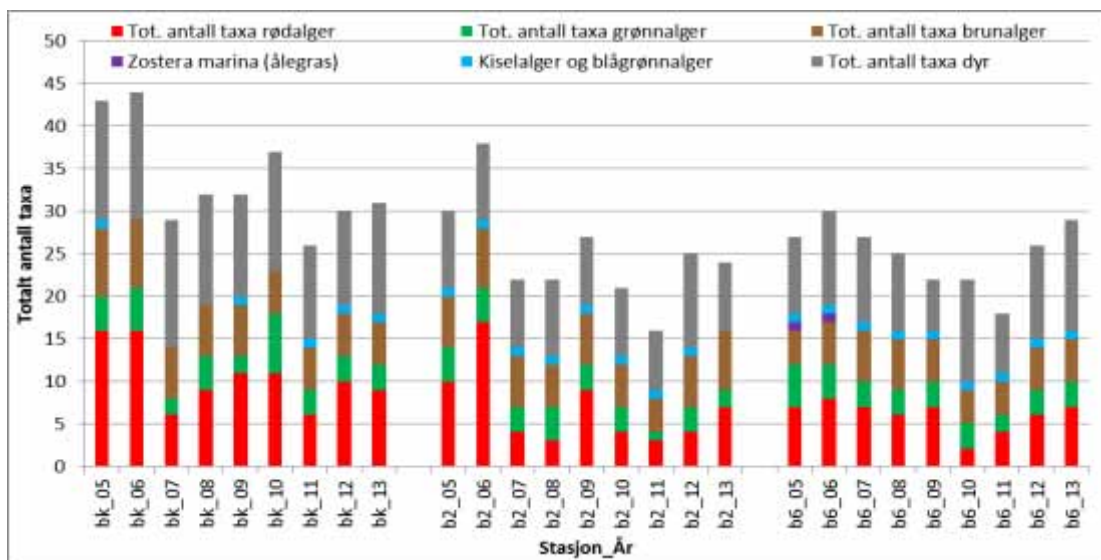
En oversikt over arter/taxa registrert på to stasjoner på Langøya (B2 og B6) og på kontrollstasjonen på Mølen (BK) i 2013 er gitt i **Tabell 15**. Det ble registrert flest taxa av alger på kontrollstasjonen, mens det ble registrert like mange algetaxa på de to Langøyastasjonene. Det ble registrert like mange dyretaxa på kontrollstasjonen og B6, mens det ble registrert færre på B2. Artslister for undersøkelsene utført mellom 2002 og 2013 er gitt i **Tabell 16** og **Tabell 17** i **Vedlegg C**.

Tabell 15. Forekomst av dyr og alger i fjæra på tre stasjoner: B2 og B6 på Langøya samt BK på Mølen september 2013. Artsregistreringen er semikvantitativ, i det artens forekomst blir angitt etter en 4-delt subjektiv skala: e= enkeltfunn, s= spredt, v=vanlig, d=dominerende.

Alger	BK	B2	B6	Dyr	BK	B2	B6
<i>Ahnfeltia plicata</i>	s	-	s	<i>Alcyonidium gelatinosum</i>	s	s	s
Blågrønn- og kiselalger	s	-	s	<i>Asterias rubens</i> juvenil	s	e	e
Brunt på fjell	s	s	s	<i>Balanus improvisus</i>	v	d	v
<i>Callithamnion corymbosum</i>	s	-	-	<i>Clava multicornis</i>	s	-	e
<i>Ceramium cf tenuicorne</i>	e	-	-	<i>Dynamena pumila</i>	s	-	-
<i>Ceramium rubrum</i>	s	s	s	<i>Electra pilosa</i>	s	s	s
<i>Chaetomorpha linum</i>	e	-	-	Hydroidea indet.	s	-	s
<i>Chondrus crispus</i>	s	v	s	<i>Lancuna vineta</i>	s	-	e
<i>Cladophora albida</i>	s	-	s	<i>Laomedea geniculata</i>	-	-	s
<i>Cladophora</i> sp.	-	s	-	<i>Laomedea</i> sp.	-	s	-
<i>Cladophora rupestris</i>	-	-	s	<i>Littorina littorea</i>	s	s	s
<i>Elachista fucicola</i>	-	s	s	<i>Littorina</i> sp. juvenil	s	-	-
<i>Fucus serratus</i>	v	d	d	<i>Metridium senile pallidus</i>	s	-	-
<i>Fucus vesiculosus</i>	s	v	d	<i>Mytilus edulis</i>	-	s	s
<i>Furcellaria lumbricalis</i>	-	-	s	<i>Mytilus edulis</i> juvenil	d	-	-
<i>Hildenbrandia rubra</i>	v	s	s	<i>Ostrea edulis</i>	-	-	e
<i>Petalonia fascia</i>	-	e	-	<i>Semibalanus balanoides</i>	-	-	e
<i>Polyides rotundus</i>	-	e	-	Skorpeformet bryozo på fjell	e	s	s
<i>Polysiphonia fibrillosa</i>	s	s	s	Antall taxa	13	8	13
<i>Polysiphonia fucoides</i>	s	s	-				
<i>Porphyra umbilicalis</i>	e	s	v				
<i>Pylaiella littoralis</i>	s	s	s				
<i>Ralfsia verrucosa</i>	e	-	-				
<i>Saccharina latissima</i>	-	e	-				
<i>Ulva intestinalis</i>	e	s	s				
Antall taxa	18	16	16				

En oversikt over antall registrerte taxa på de tre stasjonene fra 2009 – 2013 viser at det var svært liten variasjon i observasjonene gjort i 2012 og 2013, mens det har vært en økning i antall registrerte taxa siden 2011 (**Figur 15**). I 2013 ble det registrert en flatøsters (*Ostrea edulis*) på stasjon B6. Det er første gang denne arten er registrert i fjæresoneundersøkelsene. Fjæresamfunnet består av både ettårige- og flerårige arter, og utvalg og mengde av de ulike artene vil variere lokalt, regionalt og sesongmessig. Dyr og alger i fjæra er utsatt for store svingninger i temperatur og saltholdighet, samtidig som de tørres ut i lavvannsperioder. Naturlige faktorer som f.eks. bølge-, strøm- og eksponeringsgrad, ferskvannspåvirkning, substrattypen og isskuring kan påvirke artssammensetningen lokalt. De observerte endringene antas å være innenfor det en normalt kan forvente i et strandsoneområde.

Det er registrert høyere antall taxa på Mølenstasjonen enn på Langøyastasjonene ved alle undersøkelsene utført siden 2005. En bølgeeksponeringsmodell utviklet på NIVA viser at bølgeeksponeringen er svært lav på alle de tre strandsonestasjonene, men dobbelt så stor på Mølen som på Langøya. Det er mulig at større bølgepåvirkning på Mølen gir bedre forhold for alger og dyr ved bl.a. å hindre dannelsen av kisel- og blågrønnalgebelegg. Påvirkning fra Drammenselva, samt antatt lavere grad av bølgeeksponering ved Langøya, bidrar sannsynligvis til ulik artssammensetning ved Langøya og ved kontrollen på Mølen.

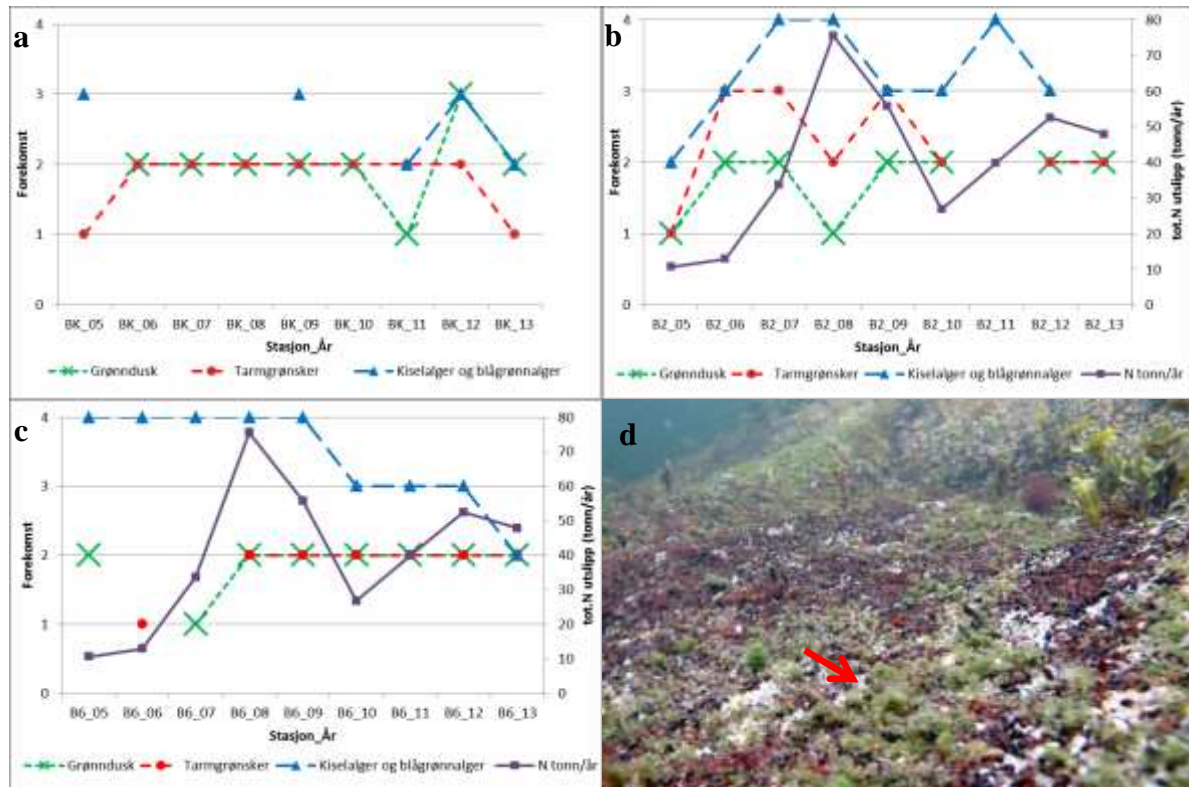


Figur 15. Antall taxa registrert på stasjonene BK, B2 og B6 i 2005 - 2013. Søylen viser totalt antall taxa registrert, fordelt på rødalger (rød), grønnalger (grønn), brunalger (brun), kisel/blågrønnalger (blå) og dyr (grå).

Årsaken til observerte endringer i artssammensetning er ofte uklar. En vet at svake overkonsentrasjoner av næringssalter kan virke gunstig på organismesamfunnet i fjæra ved at artsrikdommen øker (gjødslingseffekt). Ved høyere overkonsentrasjoner av næringssalter vil de negative effektene dominere. Noen få tolerante arter blir begünstiget og øker i mengde på bekostning av artsrikheten. Det er særlig små blad- og trådformete grønnalger og enkelte trådformete brunalger som øker i mengde ved høye overkonsentrasjoner av næringssalter. Nitrogen er ved siden av fosfor det viktigste næringsstoffet som forårsaker algevekst i sjøvann. I 2012/2013 var det en liten nedgang i nitrogenutslippet fra NOAH sammenliknet med 2011/12 (**Figur 2a**).

Grønndusk (*Cladophora* spp.) (**Figur 16d**), tarmgrønnsker (*Ulva* spp.) og blågrønn- og kiselalger er alle hurtigvoksende alger som ofte finnes i store forekomster i områder med høye konsentrasjoner av næringssalter. Dersom nitrogenutslippet fra NOAH påvirker organismesamfunnet rundt Langøya, vil en forvente å finne økte mengder av disse algegruppene på de to stasjonene på Langøya, og økte mengder ved økt nitrogenutslipp. Det er liten/ingen indikasjon på at økt nitrogenutslipp fra NOAH har ført til økt forekomst av hurtigvoksende alger (**Figur 16a-c**). Det er tidligere registrert høyere forekomster av kisel- og blågrønnalger rundt Langøya enn ved Mølen, men det er mulig at bølgepåvirkningen er større ved Mølen og hindrer dannelsen av kisel- og blågrønnalgebelegg.

På stasjon B6 har det kun blitt registrert spredte forekomster av grønndusker og tarmgrønnsker siden 2008, mens på stasjon B2 varierer forekomsten mer mellom de ulike undersøkelsesårene (**Figur 16b og c**). Det er ingen tydelig sammenheng mellom nitrogenutslipp og mengden av grønndusk og tarmgrønnsker. På kontrollstasjonen (BK) på Mølen har det vært registrert få forekomster av blågrønn- og kiselalger, forekomsten tarmgrønnsker har vært relativt stabil mens forekomsten av grønndusker har variert noe de siste tre årene (**Figur 16a**).

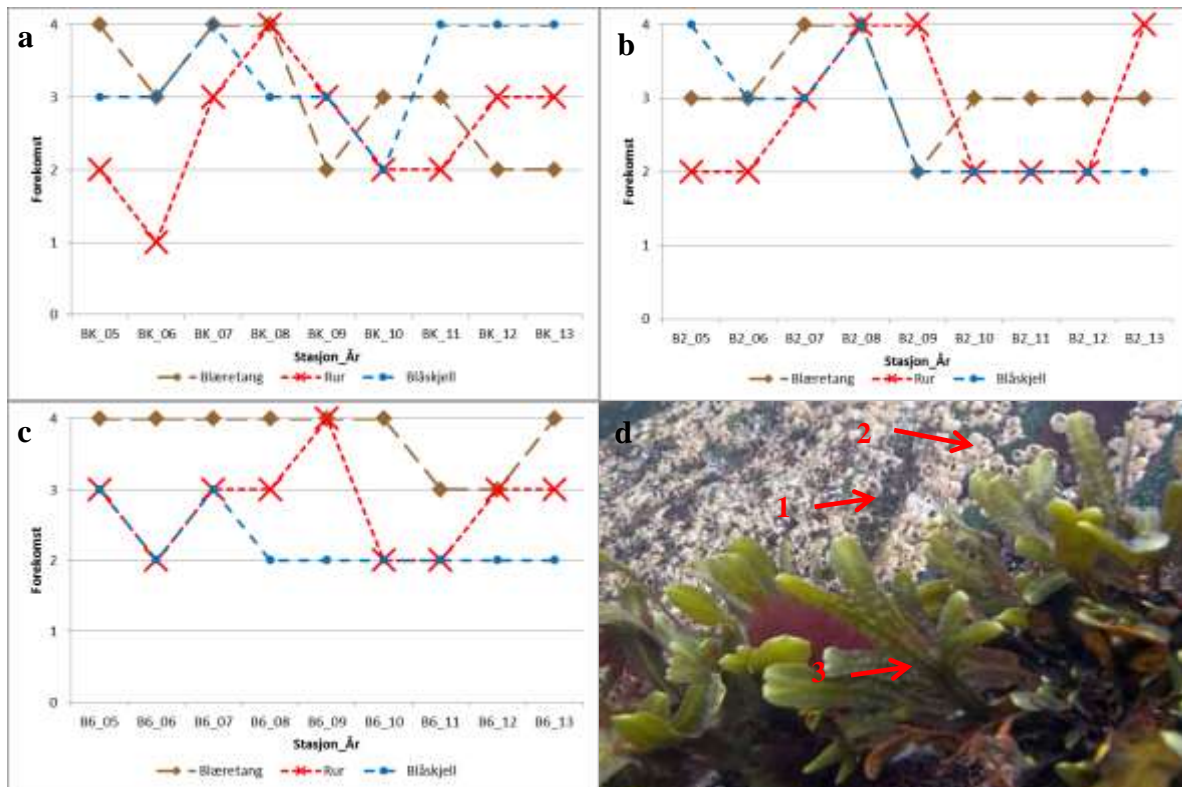


Figur 16. Forekomst av grønndusk (*Cladophora* spp. – grønne kryss), tarmgrønnsker (*Ulva* spp. – røde sirkler) og kisel- og blågrønnalger (blå trekanter) i strandsonen ved undersøkelsene utført i 2005 - 2013. **a.** Stasjon BK (Mølen). **b.** Stasjon B2. Figuren viser også totalt nitrogen (tot. N) utslipp (tonn/år) fra NOAH (lilla firkanter). **c.** Stasjon B6. Figuren viser også total nitrogen (tot. N) utslipp (tonn/år) fra NOAH (lilla prikker). **d.** Bleikgrønndusk (*Cladophora albida*) (rød pil) på stasjon BK i 2013.

Blant de vanligste, og mest dominerende artene registrert i strandsonundersøkelsene er blæretang (*Fucus vesiculosus*), blåskjell (*Mytilus edulis*) (hovedsakelig juvenile) og rur (*Balanus* spp.) (**Figur 17d**). Det har i perioder vært store årlige variasjoner i forekomsten til de tre artene.

På stasjon B2 har forekomstene av blæretang og blåskjell vært stabil de siste fire undersøkelsesårene, mens det var en liten økning av rur i 2013 (**Figur 17b**). På stasjon B6 har blåskjellforekomsten vært stabil siden 2008, forekomsten av rur har vært stabile i de to siste årene, mens det var en liten økning i blæretangforekomsten i 2013 (**Figur 17c**).

På stasjon BK på Mølen har det vært relativt store årlige variasjoner i forekomsten til de tre artene (**Figur 17a**). De siste tre årene har det vært dominerende forekomster av juvenile blåskjell, og det har vært vanlig forekomst av rur og spredt forekomst av blæretang de siste to årene.



Figur 17. Forekomst av blæretang (*Fucus vesiculosus* – brune ruter), rur (*Balanus* spp. – røde kryss) og blåskjell (*Mytilus edulis* - blå sirkler) i strandsonen ved undersøkelsene utført i 2005 - 2012. **a.** Stasjon BK (Mølen). **b.** Stasjon B2 (Langøya). **c.** Stasjon B6 (Langøya). **d.** Juvenile blåskjell (1), rur (2) og blæretang (3) på stasjon BK i 2013.

Det er trolig værforhold som i stor grad påvirker forekomsten av de tre artene. Bølger, og spesielt is, kan skape store forstyrrelser på organismene som lever i strandsonen, og ofte skrape området mer eller mindre rent (Bokn *et al.* 1992). I løpet av sommerhalvåret vil de påvirkede områdene gjennomgå suksesjonsfaser, og forekomsten av ulike arter avhenger bl.a. av artenes suksess i etableringsfasen og i konkurransen om plass.

Andre årsaker til ulikhetene i registreringene kan være at vær og vind vil kunne påvirke undersøkelsen og vannstanden kan variere. Noen av forskjellene i forekomst av alger og dyr mellom stasjoner og år kan muligens forklares ut fra ulikheter i plasseringen av undersøkt område og taksonomisk kompetanse hos observatøren.

Artsmangfoldet og mengdeforholdet mellom artene tyder på god miljøtilstand rundt Langøya.

3.1 Forekomst av ålegras rundt Langøya

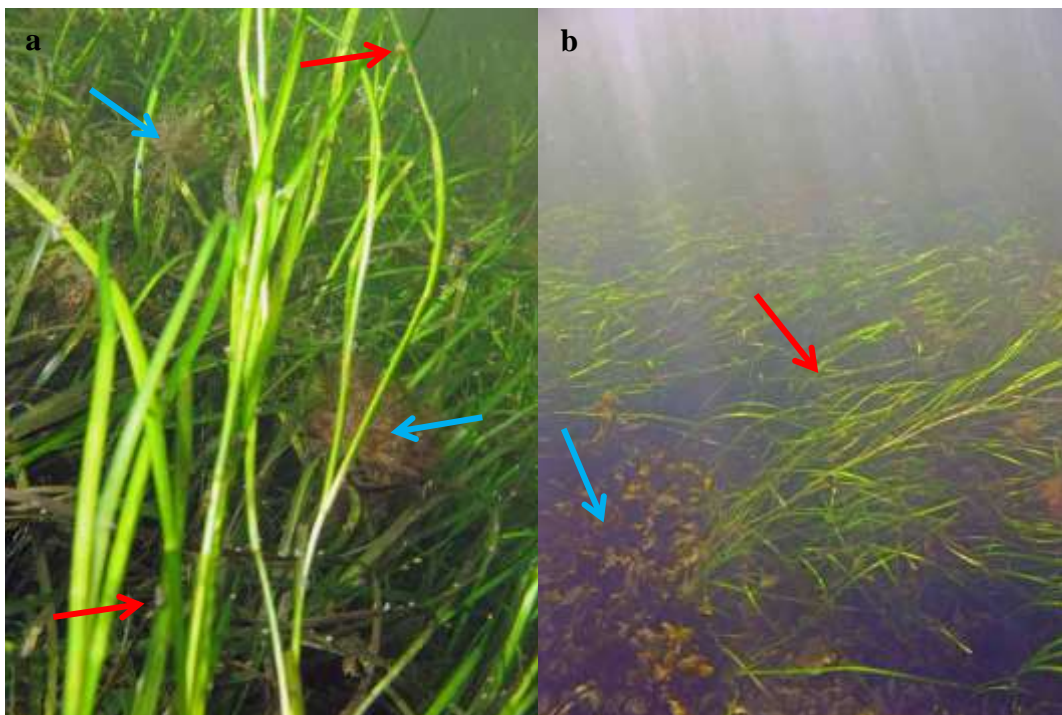
Det ble gjort registreringer av sjøbunnen med bruk av undervannskamera på 347 ulike punkter rundt Langøya, hvorav 180 punkter var registreringer av ålegras (**Figur 18**). Resultatet av kartleggingen viser at det er større utbredelse av ålegras rundt Langøya enn det som tidligere er blitt kartlagt. Nedre voksedyp for ålegras ble registrert til 4,3 m dyp, mens øvre grense ble registrert på 1 m dyp.



Figur 18. Registreringer gjort av sjøbunnen rundt Langøya i 2013. De lilla sirklene er punkter hvor det er registrert ålegras. Tomme sirkler er punkter hvor det ikke ble registrert ålegras. De mørkegrønne områdene indikerer tidligere registrerte (2009) ålegrasforekomster.

Kvaliteten til de registrerte ålegrasforekomstene var god. Tilstanden er bestemt ut fra mengde påvekstalger og grad av sedimentering på bladene. De fleste plantene ble anslått til å være høye (høyere enn 60 cm), og engene bestod av friske planter med lite påvekstalger og dyr. I enkelte områder ble det registrert noe snegl og trådformete alger på plantene (**Figur 19a**), og endel omkringliggende sagtang og/eller trådformete alger (**Figur 19b**).

Ålegrasenger utgjør et viktig marint habitat, både som oppvekstområde og skjulested for ulike fiskeslag og andre marine dyr. Den gode kvaliteten på ålegrasforekomstene tyder på god miljøtilstand rundt Langøya.



Figur 19. Ålegras utenfor stasjon B4. **a.** Snegl (cf *Lacuna vineta* (tarestilksnegl)) (rød pil) og trådformete rødalger (blå pil) Snegl (cf *Lacuna vineta* (tarestilksnegl)) (rød pil) på ålegras. **b.** Ålegras (rød pil) og omkringliggende sagtang (*Fucus serratus*) (blå pil)

4. Referanser

ASMO. 1994. Draft assessment of temporal trends monitoring data for 1983-91: Trace metals and organic contaminants in biota. Environmental Assessment and Monitoring Committee (ASMO). Document ASMO(2) 94/6/1.

Bakke, T., G. Breedsveld, T. Källqvist, A. Oen, E. Eek, A. Ruus, A., Kibsgaard, A. Helland, A & Hylland, K. 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann – Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. Veildening. SFT-veileder 2229/2007. ISBN 978-82-7655-537-0

Bokn, T.L., Murray, S.E., Moy, F.E. og Magnusson, J.B. 1992. Changes in fucoid distributions and abundances in the inner Oslofjord, Norway: 1974-80 versus 1988-90. *Acta Phytogeographica Suecia* 78, 117- 124.

Direktoratsgruppa Vanndirektivet. 2009. Veileder 01:2009. Klassifisering av miljøtilstand i vann, 181 s.

Fryer, R., Nicholson, M. 1999. Using smoother for comprehensive assessments of contaminant time series in marine biota. *ICES Journal of Marine Science*, 56:779-790.

Gitmark J., Green N., Beylich B., Høgåsen T. 2013. Overvåking NOAH Langøya 2012. Miljøgifter i blåskjell, sedimentundersøkelser samt biologiske registreringer på grunt vann. NIVA-rapport 6466-2013, 69 s.

Gitmark J., Green N., Beylich B., Høgåsen T. 2012. Overvåking NOAH Langøya 2011. Miljøgifter i blåskjell, sedimentundersøkelser samt biologiske registreringer på grunt vann. NIVA-rapport 6306-2012, 74 s.

Green, N.W., Schøyen, M., Øxnevad, S., Ruus, A., Høgåsen, T., Beylich, B., Håvardstun, J., Rogne, Å.G., Tveiten, L. 2011. Coordinated environmental monitoring programme (CEMP). Levels, trends and effects of hazardous substances in fjords and coastal waters-2011. Climate and Pollution Agency, Monitoring report no. 1111/2011 TA no. 2862/2011. Norwegian Institute for Water Research project 11106 and report no. 6239-2011, 252 pp. ISBN no. 978- 82-577-5974-2.

Knutzen J. & J. Skei. 1990. Kvalitetskriterier for miljøgifter i vann, sedimenter og organismer, samt foreløpige forslag til klassifikasjon av miljøkvalitet. NIVA-rapport 2540, 139 s.

Konieczny R.M. & E.M. Brevik. 1997. Kartlegging av et tønnedeponi i sjøen utenfor Aspond, Indre Oslofjord 1996. Utbredelse, tilstand og miljøgifter. NIVA-rapport 3586-96, 56 s.

Magnusson J., Hackett B. & Ø. Sætra. 1997. Vurdering av utslippsforholdene ved Langøya, Breiangeren. NIVA-rapport 3657-97, 23 s.

Molvær J., Knutzen J., Magnusson J., Rygg B., Skei J. & J. Sørensen. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning. SFT-veiledning 97:03. ISBN 82-7655-367-2, 36 s.

MON. 1998. Summary record. Ad Hoc Working Group on Monitoring, Copenhagen: 23-27 February 1998. MON 98/6/1-E.

Nicholson M., Fryer R.J., & J.R. Larsen. 1998. Temporal trend monitoring: A Robust Method for Analysing Trend Monitoring Data, ICES Techniques in Marine Environmental Sciences, No. 20, 12 pp.

Nilsson HC, Rosenberg R. 1997. Benthic habitat quality assessment of an oxygen stressed fjord by surface and sediment profile images. *Journal of Marine Systems* 11:249-264

Nilsson HC, Rosenberg R. 2006. Collection and interpretation of Sediment Profile Images (SPI) using the Benthic Habitat Quality (BHQ) index and successional models. NIVA Report No. 5200-2006, 26 s.

Pearson TH, Rosenberg R. 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr Mar Biol Ann Rev* 16:229-311

Rosenberg R, Blomqvist M, Nilsson HC, Cederwall H, Dimming A. 2004. Marine quality assessment by use of benthic species-abundance distributions: a proposed new protocol within the European Union Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin* 49:728-739

Staalstrøm A., Magnusson J. & HC Nilsson. 2008. Overvåking av utslipp ved Langøya
Innledende undersøkelser vinteren 2007-2008. in press.

Walday M. & A. Helland, 1994. Orienterende undersøkelse av metallinnhold i sediment og blåskjell utenfor Langøya i Holmestrandsfjorden. NIVA-rapport 3057, 22 s.

Walday M. 1997. Overvåking NOAH Langøya. Strandsoneregistreringer samt metaller i sediment og blåskjell. NIVA-rapport 3664-97, 26 s.

Walday M. 1998. Overvåking NOAH-Langøya 1997 Strandsoneregistreringer samt metaller i blåskjell NIVA-rapport 3825-98, 22 s.

Walday M. 1999. Overvåking NOAH-Langøya 1998 Strandsoneregistreringer samt metaller i blåskjell NIVA-rapport 4040-99, 33 s.

Walday M., Oug E. & T. Kroglund. 2000. Overvåking NOAH-Langøya 1999 - Strandsoneregistreringer samt miljøgifter i blåskjell. NIVA-rapport 4238-2000, 34s.

Walday M. & T. Kroglund. 2001. Overvåking NOAH-Langøya 2000 - Strandsoneregistreringer samt miljøgifter i blåskjell. NIVA-rapport 4404-2001, 44 s.

Walday M., Helland A. & T. Kroglund. 2002. Overvåking NOAH-Langøya 2001. Strandsoneregistreringer samt miljøgifter i blåskjell og sedimenter. NIVA-rapport 4575-2002. 47 s.

Walday M., Kroglund T. & T. Chr. Mortensen. 2003. Overvåking NOAH Langøya 2002. Strandsoneregistreringer samt miljøgifter i blåskjell. NIVA-rapport 4701-2003. 33 s.

Walday M., Norderhaug K.M., & N.W. Green. 2004. Overvåking NOAH Langøya 2003. Strandsoneregistreringer samt miljøgifter i blåskjell og sedimenter. NIVA-rapport 4846-2004. 38 s.

Walday M., Green N.W. & A. Pedersen. 2005. Overvåking NOAH Langøya 2004. Strandsoneregistreringer samt miljøgifter i blåskjell og sedimenter. NIVA-rapport 4846-2004. 38 s.

Walday M., Green N.W. & A. Pedersen. 2006. Overvåking NOAH Langøya 2005. Strandsoneregistreringer samt miljøgifter i blåskjell og sedimenter. NIVA-rapport 5272-2006. 47 s.

Walday M., Green N.W. & A. Pedersen. 2007. Overvåking NOAH Langøya 2006. Strandsoneregistreringer samt miljøgifter i blåskjell og sedimenter. NIVA-rapport 5477-2007. 56 s.

Walday M., Green N., Gitmark J., Shi L. 2008. Overvåking NOAH Langøya 2007. Strandsone registreringer samt miljøgifter i blåskjell og sedimenter. NIVA-rapport 5634-2008. 61s.

Walday M., Green N., Gitmark J., Høgåsen T., Nilsson H.C. 2010. Overvåking NOAH Langøya 2008. Miljøgifter i blåskjell, sedimentundersøkelser samt biologiske registreringer på grunt vann. NIVA-rapport 5831-2009. 65 s.

Walday M., Green N., Gitmark J., Høgåsen T., Norling K. 2010b. Overvåking NOAH Langøya 2009. Miljøgifter i blåskjell, sedimentundersøkelser samt biologiske registreringer på grunt vann. NIVA-rapport 5978-2009. 73 s.

Walday M., Green N., Gitmark J., Høgåsen T., Beylich B. 2011. Overvåking NOAH Langøya 2010. Miljøgifter i blåskjell, sedimentundersøkelser samt biologiske registreringer på grunt vann. NIVA-rapport 6117-2011. 73 s.

Vedlegg A.

Tidstrendanalyse for metaller i blåskjell 1996 - 2013

I rekkefølge:

Arsen (As)
Barium (Ba)
Kadmium (Cd)
Kobolt (Co)
Krom (Cr)
Kobber (Cu)
Kvikksølv (Hg)
Molybden (Mo)
Nikkel (Ni)
Bly (Pb)
Vanadium (V)
Sink (Zn)

PCB «seven dutch» (sum av enkelte forbindelser 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180) (CB_S7)

Benzo-a-pyren (BAP)
Kreftfremkallende PAH (PK_S)
Sum PAH (P_S)

MYTI EDU – blåskjell (*Mytilus edulis*)
Tse (vev) = SB – bløtdeler

OC	Overkonsentrasjon uttrykket som forholds tall for konsentrasjon for siste år mot nedre grense for Miljødirektoratet klasse II
Class	Miljødirektoratet-klasse (kfr. Molvær <i>et al.</i> 1997)
TRD	tidstrend
D-	Signifikant linear trend, nedover
U-	Signifikant linear trend, oppover
--	Ingen signifikant trend
-?	Ingen signifikant linear trend, men en systematisk ikke-linear trend kan ikke testes på grunn av for lite data (<6 år)
-Y	Ingen signifikant linear trend, men en systematisk ikke-linear trend
DY / UY	Signifikant linear trend (nedover eller oppover) og en signifikant ikke-linear trend. Dette kan betraktes som det samme som "-Y"
SM3	Prosjektet "OC" om tre år ("?" dersom Miljødirektoratet-klasse ikke finnes eller om antal år i tidstrend-serie er mindre enn syv)
PWR	Utsagnskraft; estimert som antall år for å detektere en hypotetisk 10 % trend pr. år med en statistisk styrke på 90 %.

Annual median concentration of AS (ppm)

St	Species	Tse Base	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	OC	Class	ANALYSIS	TRD	SM	PWR
B2	MYTIEDU	SB d.wt	8.48	15.9	8.05	8.66	12.9	11.5	11.7	26.8	12.6	9.26	24.8	6.65	10.1	14	8.47	11	10.3	m	II	II	II	II	m	14
B3	MYTIEDU	SB d.wt	6.72	8.72	7.05	6.75	11.8	10.9	15	29.5	9.52	7.68	4.8	8.48	11.2	16.4	6.96	12.8	8.81	m	I	I	I	II	m	13
B4	MYTIEDU	SB d.wt	8.08	12.8	8.39	11.4	13	13.8	10.8	48.4	8.21	8.94	18.1	7.74	10.7	7	10.7	12.4	10.2	m	II	II	II	II	m	15
B5	MYTIEDU	SB d.wt	7.12	10	8.53	8.73	10.8	13.1	9.71	25.7	8.04	11.9	10.1	6.71	11	13.2	8.39	10.6	6.76	m	I	I	I	II	m	13
B6	MYTIEDU	SB d.wt	9	11.9	9.63	10.1	13.4	12.5	11.3	54.4	8.28	12.2	10.5	8.01	12.3	10.1	7.63	13	13	m	II	II	II	II	m	16
B7	MYTIEDU	SB d.wt	6.95	26.9	7.59	7.14	7.83	10.4	10.9	73.8	9.09	9.16	7.99	7.86	9.72	6.7	14.4	14	9.07	m	I	I	I	II	m	18
BK	MYTIEDU	SB d.wt						12.2	7.7	66.5	12.6	13.4	8.57	19.3	12.6	14.9	12.9	22.8	10	m	II	II	II	II	m	18

Annual median concentration of BA (ppm)

St	Species	Tse Base	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	OC	Class	ANALYSIS	TRD	SM	PWR
B2	MYTIEDU	SB d.wt	3.87	5.68	11	3.87	5.68	11	2.58	2.49	4.52	2.37	4.46	1.63	2.29	9.08	6.78	12.7	3.77	m				II	m	18
B3	MYTIEDU	SB d.wt	4.95	3.35	44.7	4.95	3.35	44.7	3.65	3.62	12.7	3.79	2.71	2.85	6.05	8.88	8.23	20.3	7.19	m				II	m	22
B4	MYTIEDU	SB d.wt	4.55	5.65	20.1	4.55	5.65	20.1	3.59	3.15	6.88	4.27	2	2.87	3.67	13.8	8.59	19.3	6.85	m				II	m	19
B5	MYTIEDU	SB d.wt	3.11	3.82	8.4	3.11	3.82	8.4	1.87	1.99	7.44	4.42	1.28	1.57	3.87	10.1	9.09	14.7	5	m				II	m	22
B6	MYTIEDU	SB d.wt	3.47	3.62	11.2	3.47	3.62	11.2	3.5	2.19	5.1	3.17	1.57	1.52	3.05	11.8	16.12	11.5	7.75	m				II	m	18
B7	MYTIEDU	SB d.wt	6.67	2.41	20.1	6.67	2.41	20.1	2.45	1.75	4.74	1.98	1.31	1.24	3.2	9.73	9.8	10.6	4.79	m				II	m	21
BK	MYTIEDU	SB d.wt	0.87	2.08	9.09	0.87	2.08	9.09	0.652	0.48	0.887	0.714	0.45	0.526	1.64	7.31	2.09	13.5	3.77	m				II	m	23

Annual median concentration of Cd (ppm)

St	Species	Tse Base	ANALYSIS																							
			1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	OC	Class	TRD	SM	PWR	
B2	MYTIEDU	SB d.wt	0.787	0.814	0.811	1.73	1.24	1.11	1.95	1.35	1.06	1.33	1.19	1.35	1.43	1.65	1.94	1.33	1.87	no	I	I	U-	no	10	
B3	MYTIEDU	SB d.wt	0.695	0.799	1.08	2.15	1.92	2.38	3.63	2.25	1.84	2.52	1.65	1.56	1.06	2.49	1.73	2.9	1.85	2.01	10	II	II	UY	12	11
B4	MYTIEDU	SB d.wt	0.843	1.22	0.993	2.4	1.65	1.82	1.53	0.853	0.823	1.02	1.03	3	1.74	1.74	1.39	2.13	1.69	1.76	no	I	I	U-	no	12
B5	MYTIEDU	SB d.wt	0.706	1.12	1.24	1.89	1.01	1.47	1.13	1.45	0.915	1.88	1.25	2.36	1.79	1.79	1.87	1.89	1.81	1.21	no	I	I	U-	no	11
B6	MYTIEDU	SB d.wt	0.853	1.13	1.11	1.93	1.19	1.21	1.4	1.04	0.796	1.15	1.09	2.21	0.895	1.58	1.39	1.4	1.13	1.75	no	I	I	--	no	11
B7	MYTIEDU	SB d.wt	0.766	0.965	1.14	1.53	1.21	1.37	1.4	0.798	1.11	1.1	0.769	1.49	1.03	0.971	1.21	1.86	1.62	1.39	no	I	I	--	no	10
BK	MYTIEDU	SB d.wt	0.766	0.965	1.14	1.53	1.21	1.37	1.4	0.798	1.11	1.1	0.769	1.49	1.03	0.971	1.21	1.86	1.62	1.39	no	I	I	--	no	10
							1.33	1.53	1.16	1.06	1.23	1.33	0.86	0.855	1.01	0.726	0.988	1.75	1.67	1.14	no	I	I	--	no	10

Annual median concentration of CO (ppm)

St	Species	Tse Base	1996																	ANALYSIS						
			1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	OC	Class	TRD	SM	PWR	
B2	MYTIEDU	SB dwt	137	0.214	0.331	0.602	0.437	0.676	0.471	0.413	0.44	0.601	0.394	0.423	0.264	0.453	0.475	0.694	0.457	0.588	m			m	15	
B3	MYTIEDU	SB dwt	0.898	0.359	0.321	0.429	0.369	0.418	0.338	0.441	0.317	0.652	0.441	0.286	0.444	0.441	0.629	0.633	0.5	0.543	m			m	11	
B4	MYTIEDU	SB dwt	137	0.53	0.386	0.957	0.46	0.737	0.394	0.44	0.471	0.832	0.594	0.361	0.591	0.548	0.634	0.813	1.23	0.769	m			m	13	
B5	MYTIEDU	SB dwt	162	0.923	1.34	1.73	0.507	0.933	0.901	0.734	0.738	1.22	0.683	0.4	0.468	0.685	1.11	0.709	0.731	0.569	m			m	13	
B6	MYTIEDU	SB dwt	112	0.49	0.543	0.642	0.567	0.597	0.473	0.503	0.373	0.664	0.468	0.386	0.421	0.533	0.582	0.735	0.616	0.762	m			m	10	
B7	MYTIEDU	SB dwt					0.606	0.455	0.313	0.356	0.362	0.508	0.291	0.319	0.218	0.372	0.518	0.99	0.543	0.529	m			m	12	
BK	MYTIEDU	SB dwt	0.478	0.31	0.253	0.336	0.391	0.662	0.211	0.377	0.3	0.387	0.265	0.345	0.247	0.26	0.406	0.568	0.721	0.485	m			m	12	

Annual median concentration of CR (ppm)

St	Species	Tse Base																			ANALYSIS					
			1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	OC	Class	TRD	SM	PWR	
B2	MYTIEDU	SB dwt	104	3.03	1.34	8.66	7.2	2.99	2.16	3.22	7.89	3.32	2.84	1.15	2.28	4.58	2.4	3.39	1.96	3.25	11	I		no	17	
B3	MYTIEDU	SB dwt	9.07	1.23	1.27	6.62	2.99	2.16	2.61	4.54	4.28	3.51	1.29	4.67	2.09	3.52	3.16	5.82	1.75		no	I		no	19	
B4	MYTIEDU	SB dwt	4.98	2.24	1.34	24.5	4.42	5.04	5.29	4.93	6.5	5.17	3.11	0	6.51	3.5	9.84	77.3	5.26	18	I			7.7	25	
B5	MYTIEDU	SB dwt	4.18	4.46	1.57	4.72	5.04	1.46	4.35	3.82	7.26	9.01	1.06	2.85	2.81	7.09	4.9	2.2	1.06		no	I		no	19	
B6	MYTIEDU	SB dwt	184	4.41	1.48	3.67	3.15	3.15	3.24	2.35	9.67	4.05	0.929	6.84	4.14	3.77	2.21	3.16	1.92		no	I		no	19	
B7	MYTIEDU	SB dwt					2.16	0.92	1.21	2.19	2.44		0.625	1.19	2	4.59	4.95	2.02	2.93		no	I		13	17	
BK	MYTIEDU	SB dwt	0.478			2.01	0		0.874	1.83	1.07	0.714	0.4	158	0.957	1.25	1.82	3.66	1.69		no	I		12	20	

Annual median concentration of CU (ppm)

St	Species	Tse Base	1996																		ANALYSIS				
			1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	OC	Class	TRD	SM	PWR
B2	MYTIEDU	SB dwt	6.07	114	8.27	7.95	8.32	7.09	6.05	6.99	9.72	7.41	9.31	3.99	6.49	8	6.94	7.67	6.85	no	I		--	no	10
B3	MYTIEDU	SB dwt	6.68	9.64	8.82	7.43	7	7.75	6.82	6.64	8.73	7	5.67	6.05	6.67	7.72	7.59	8.18	7	17	II	UY	19	9	
B4	MYTIEDU	SB dwt	7.09	6.02	10.6	8.7	8.41	7.11	6.86	6.79	9.76	7.62	6.78	4.8	8.7	8.1	7.38	8.95	7.46	no	I	--	no	9	
B5	MYTIEDU	SB dwt	6.45	12.4	9.45	10.8	8.24	7.68	6.86	6.52	10.3	7.46	6.5	4.52	7.47	8.16	7.09	7.12	6.87	no	I	--	no	10	
B6	MYTIEDU	SB dwt	5.82	9.63	8.26	7.64	6.56	7.3	6.59	5.94	9.53	8.12	6.64	3.84	6.95	7.02	6.62	6.39	7.08	no	I	--	no	10	
B7	MYTIEDU	SB dwt				7.27	7.44	7.72	6.43	9.32	8.35	6.9	6.75	7.91	6.45	7.23	7.22	7.36	6.53	no	I	--	no	7	
BK	MYTIEDU	SB dwt	6.94	6.81	7.23	7.14	6.49	6.19	6.51	7.38	8.31	7.94	6.55	5.57	6.58	6.48	8.25	7	7.08	5.64	no	I	--	no	7

Annual median concentration of MO (ppm)

	St	Species	Tse Base	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	OC	Class	TRD	SM	PWR	ANALYSIS
B2	MYTIEDU	SB	d.wt										11	0.769	0.692	0.652	1.04	0.72	0.847	0.552	0.462	m	--	--	m	10	
B3	MYTIEDU	SB	d.wt										0.857	0.655	0.476	0.973	0.662	0.539	1.16	1.1	0.313	m	--	--	m	16	
B4	MYTIEDU	SB	d.wt										2.48	1.1	0.667	1.82	1.3	0.889	1.64	0.5	0.5	m	--	--	m	25	
B5	MYTIEDU	SB	d.wt										14	1.57	0.611	0.65	0.822	1.35	0.709	0.631	0.333	m	--	--	m	13	
B6	MYTIEDU	SB	d.wt										2.02	0.891	0.571	1.16	1.02	0.877	0.735	0.752	0.538	m	--	--	m	13	
B7	MYTIEDU	SB	d.wt										0.808	0.567	0.5	0.427	0.621	0.959	0.99	0.62	0.5	m	--	--	m	12	
BK	MYTIEDU	SB	d.wt										0.84	0.6	0.7	0.579	0.757	0.688	0.545	1.06	0.714	m	--	--	m	10	

St	Species	Tss Base	ANALYSIS																						
			1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	OC	Class	TRD	SM	PWR
B2	MYTIEDU	SB dwt	0.994	0.201	0.63	1.24	4.42	1.67	1.93	4.46	2.53	2.38	0.615	17	3.26	1.76	2.7	178	3.25	no	I	--	no	no	22
B3	MYTIEDU	SB dwt	4.66	0.191	1.41	1.44	1.94	1.45	1.52	2.46	2.69	2.08	0.524	2.84	1.18	1.31	2.89	3.97	156	no	I	--	no	23	
B4	MYTIEDU	SB dwt	2.72	0.201	1.82	1.18	2.96	1.64	2.85	3.65	7.07	3.97	128	6.18	4.52	2.74	6.56	45.1	2.23	no	I	--	2.0	>25	
B5	MYTIEDU	SB dwt	2.5	0.236	2.56	4.53	2.94	1.21	2.51	2.5	5.14	6.12	0.611	1.91	1.99	5.18	2.8	1.95	133	no	I	--	no	23	
B6	MYTIEDU	SB dwt	1.46	0.222	2.75	2.08	1.88	1.55	2.1	1.71	6.7	2.2	0.643	3.95	3.05	2.81	1.47	2.48	2.08	no	I	--	no	21	
B7	MYTIEDU	SB dwt				1.82	1.21	1.25	0.797	1.45	2	1.19	0.625	0.794	1.38	3.15	3.96	1.86	1.93	no	I	--	no	15	
BK	MYTIEDU	SB dwt	0.877	0.13	0.87	0.87	5.87	1.03	0.831	2.04	1.15	0.619	0.5	0.789	1.13	1.69	1.64	2.85	1.69	no	I	--	no	18	

Annual median concentration of PB (ppm)

St	Species	Tse Base	ANALYSIS																						
			1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	OC	Class	TRD	SM	PWR
B2	MYTIEDU	SB dwt	0.999	0.62	1.74	3.01	1.94	1.84	1.92	1.65	1.58	2.22	1.65	1.62	0.951	1.67	1.6	2.88	1.1	1.54	no	I	--	no	13
B3	MYTIEDU	SB dwt	0.879	0.821	4.33	4.86	6.3	12.8	16.5	119	4.7	6.9	6.98	2.33	1.87	5.97	5.01	7.97	4.73	7.63	2.5	II	UY	3.4	16
B4	MYTIEDU	SB dwt	2.56	2.14	2.57	6.25	7.82	4.22	2.45	3.53	2.7	3.8	3.3	2.22	2.01	3.15	2.96	3.59	2.73	2.77	no	I	--	10	12
B5	MYTIEDU	SB dwt	1.02	1.38	2.28	2.38	2.5	2.29	1.3	1.95	1.31	2.66	2.61	0.944	0.935	2.9	1.65	3.42	1.46	1.29	no	I	--	no	14
B6	MYTIEDU	SB dwt	1.42	1.47	2.89	2.75	2.08	1.59	1.64	1.54	1.16	1.89	1.84	1.29	1	2.25	1.58	2.24	1.26	2.08	no	I	--	no	11
B7	MYTIEDU	SB dwt					1.21	1.21	0.879	1.85	2.44	1.37	0.935	0.938	1.75	0.971	1.3	4.31	1.74	1.79	no	I	--	no	15
BK	MYTIEDU	SB dwt	0.628	0.664	0.759	0.714	0.522	0.866	0.571	0.574	0.813	1.21	0.805	0.571	1.11	1	0.938	1.31	1.7	1.46	no	I	U-	no	10

Annual median concentration of V (ppm)

St	Species	Tse Base	ANALYSIS																					
			1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	OC	Class	TRD	SM
B2	MYTIEDU	SB dwt	0.423	3.57	1.07	1.73	3.51	5.07	2.03	5.88	1.53	1.78	2.45	3.38	0.951	1.53	2.92	1.69	3.29	1.38	m	--	m	18
B3	MYTIEDU	SB dwt	0.55	7.1	1.15	1.32	5.77	4.35	1.4	4.92	1.21	2.48	1.77	3.29	1.36	1.86	5.17	1.9	5.28	1.25	m	--	m	21
B4	MYTIEDU	SB dwt	0.857	3.2	1.26	2.02	4.09	4.93	1.34	6.33	1.59	2.43	2.94	3	0.968	2.01	3.5	3.12	4.92	2.62	m	--	m	17
B5	MYTIEDU	SB dwt	0.577	3.73	1.26	1.73	3.18	4.05	1.21	5.52	1.1	3.18	2.33	3.33	1.04	1.92	2.55	2.8	2.79	1.65	m	--	m	17
B6	MYTIEDU	SB dwt	0.569	3.5	1.33	1.56	3.13	4.76	1.44	10.6	1.07	2.12	2.34	2.86	1	2.03	4.42	2.04	4.09	2.25	m	--	m	20
B7	MYTIEDU	SB dwt					7.83	4.59	1.46	13.9	1	1.72	2.46	4.5	0.782	1.86	6.62	2.94	5.35	1.64	m	--	m	23
BK	MYTIEDU	SB dwt	0.861	13.5	0.57	0.604	2.39	6.71	0.457	0.8	0.656	0.555	2.14	6.35	1.21	2.6	7.38	1.85	9.54	2.08	m	--	m	>25

Annual median concentration of ZN (ppm)

St	Species	Tse Base	ANALYSIS																							
			1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	OC	Class	TRD	SM	PWR	
B2	MYTIEDU	SB d.wt	95.1	101	122	205	86.1	101	152	117	117	84	94.1	121	68.1	118	118	92.6	206	10	I			10	12	
B3	MYTIEDU	SB d.wt	74.3	85.1	115	129	74.3	105	156	155	120	149	117	71.9	65.4	123	165	117	164	no	I			10	11	
B4	MYTIEDU	SB d.wt	120	121	120	191	107	93.8	116	93.5	97.1	118	106	85.6	68.1	109	131	121	122	no	I			no	9	
B5	MYTIEDU	SB d.wt	87.4	111	157	159	101	110	102	127	99.3	122	119	88.3	69.9	110	128	123	111	no	I			no	9	
B6	MYTIEDU	SB d.wt	105	95.8	163	167	104	72.8	143	122	101	120	103	97.9	67.4	114	116	118	128	no	I			no	11	
B7	MYTIEDU	SB d.wt				97	68.5	94.3	90.5	145	14	86.4	88.1	70.2	91		129	128	125	no	I			no	9	
BK	MYTIEDU	SB d.wt	94.3	103	112	111	66.1	72.3	84.6	106	131	118	80.5	83.5	92.6	80.4	121	121	107	115	no	I			no	9

Vedlegg B.

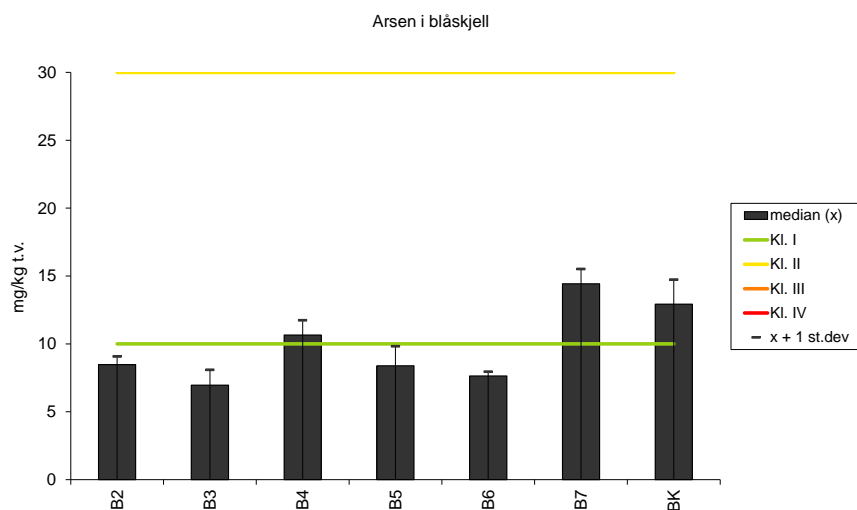
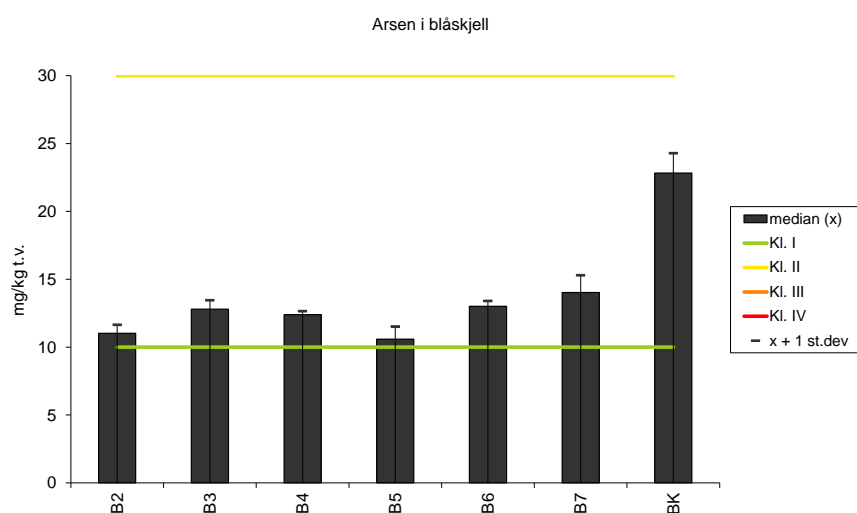
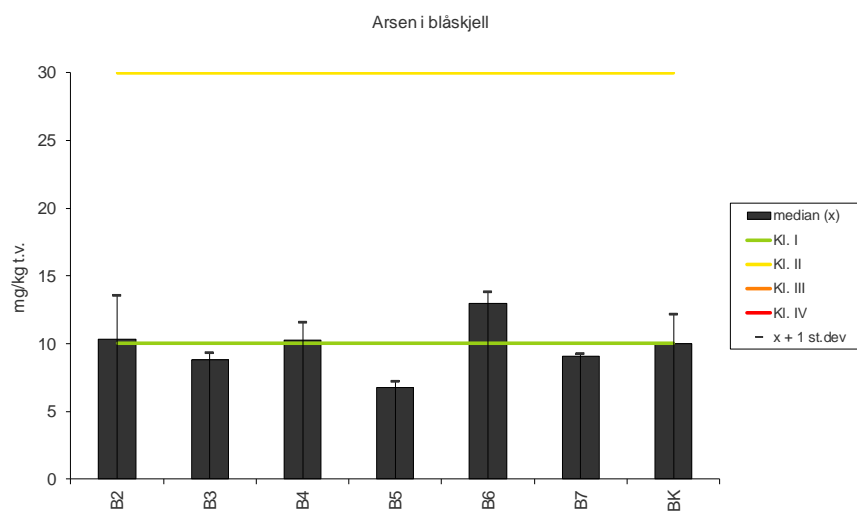
Stasjonsvis oversikt over metaller i blåskjell 2010 - 2013

I rekkefølge*:

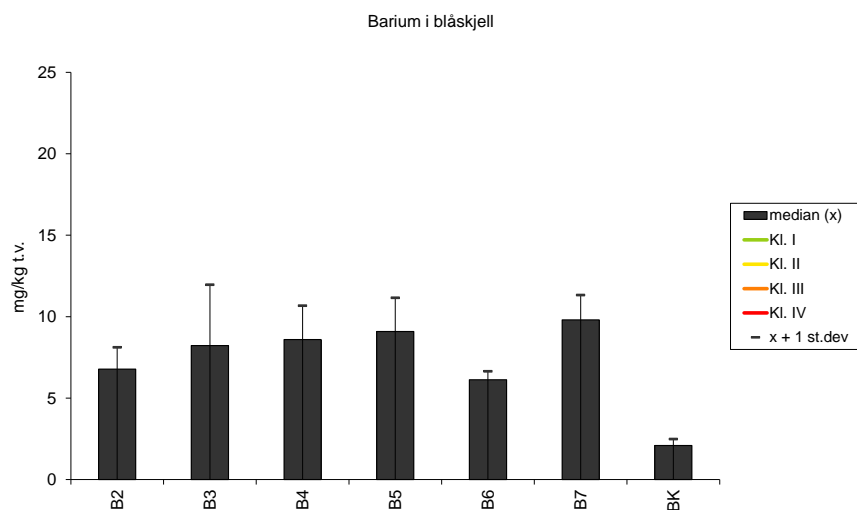
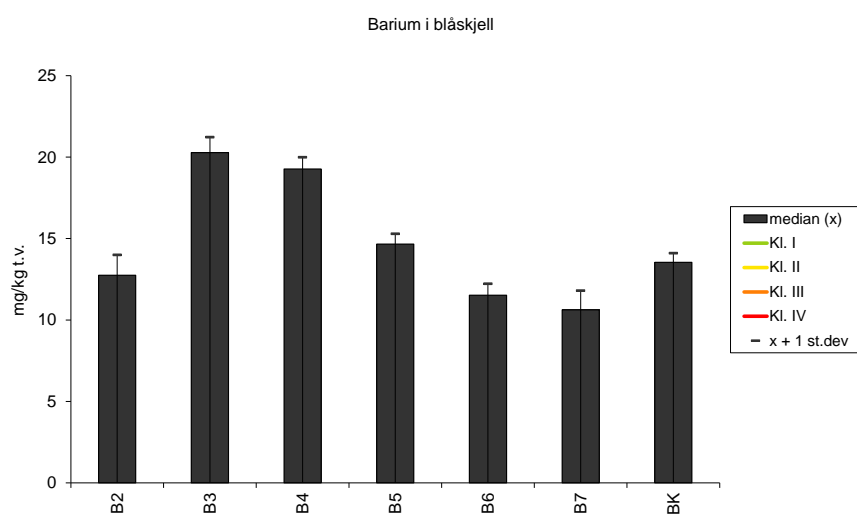
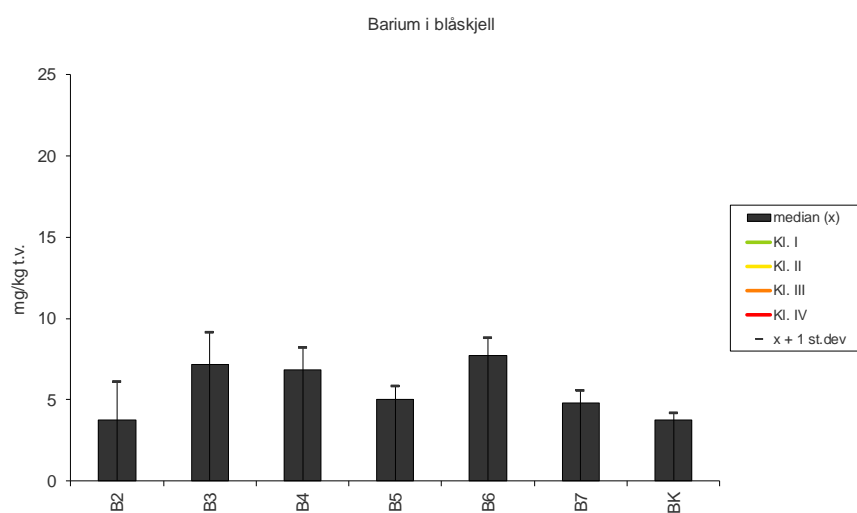
Arsen (As) – Figur 20
Barium (Ba) – Figur 21
Kadmium (Cd) – Figur 22
Kobolt (Co) – Figur 23
Krom (Cr) – Figur 24
Kobber (Cu) – Figur 25
Kvikksølv (Hg) – Figur 26
Molybden (Mo) – Figur 27
Nikkel (Ni) – Figur 28
Bly (Pb) – Figur 29
Vanadium (V) – Figur 30
Sink (Zn) – Figur 31

***) suspekterte verdier ikke tatt med**

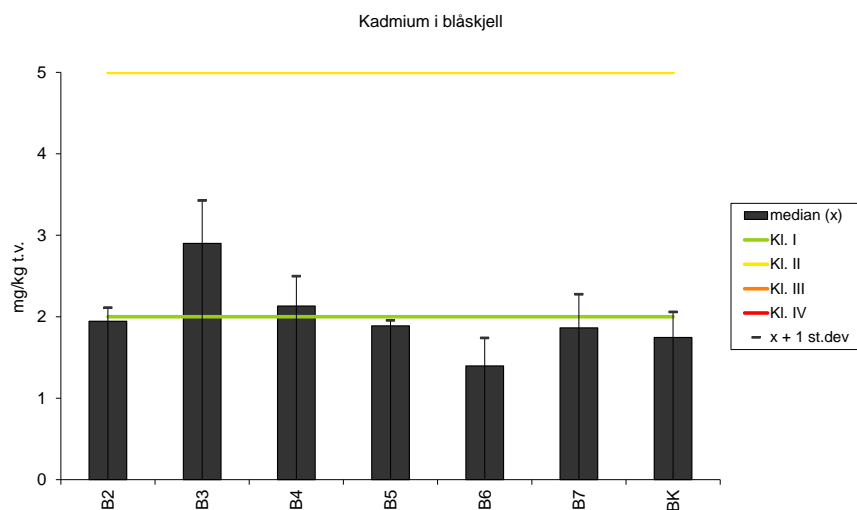
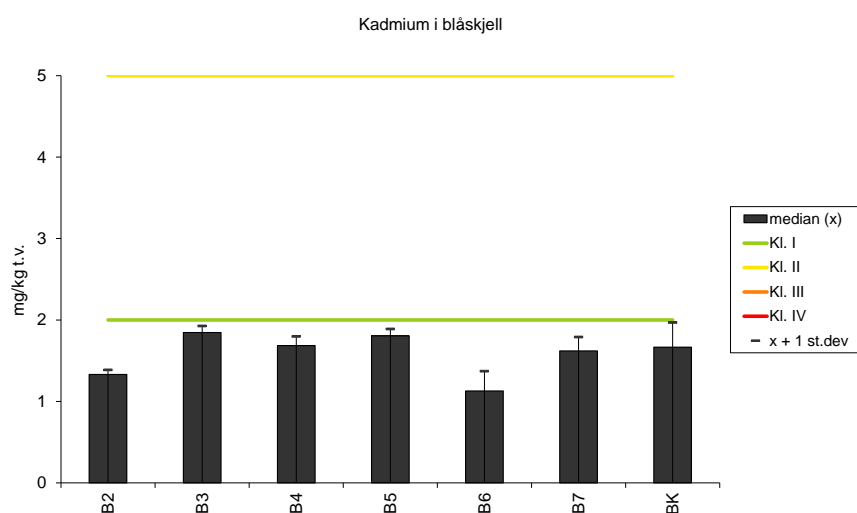
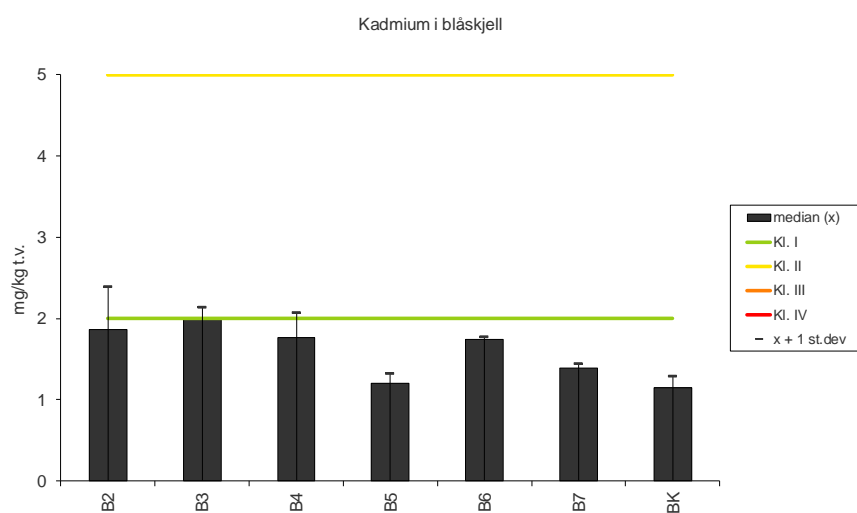
MYTI EDU – blåskjell (*Mytilus edulis*)

a**b****c**

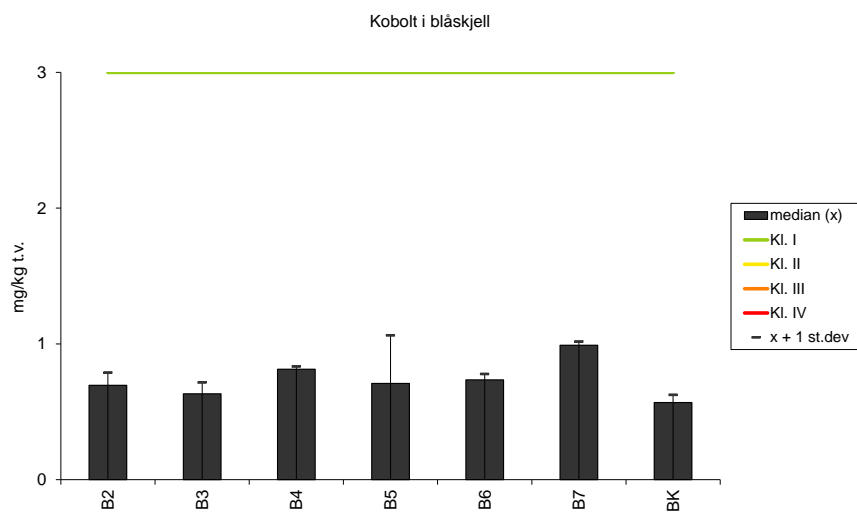
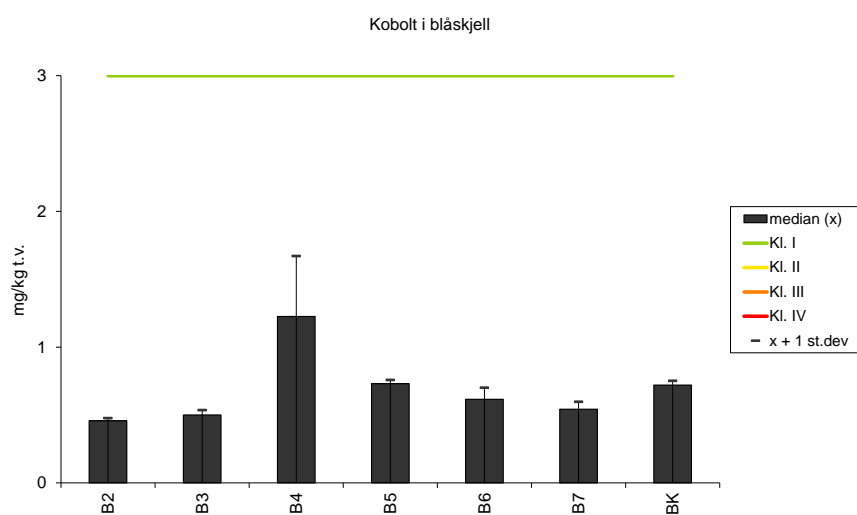
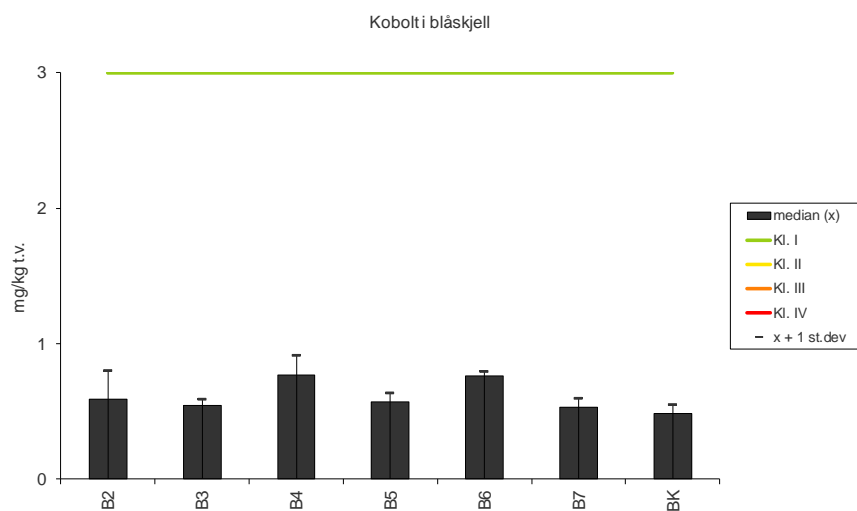
Figur 20. Median, standard avvik og nedre grense til Miljødirektoratet Klasse II og III konsentrasjon for arsen (ppm. (mg/kg) tørrvekt) i blåskjell (*Mytilus edulis*) **a.** 2011, **b.** 2012 **c.** 2013.

a**b****c**

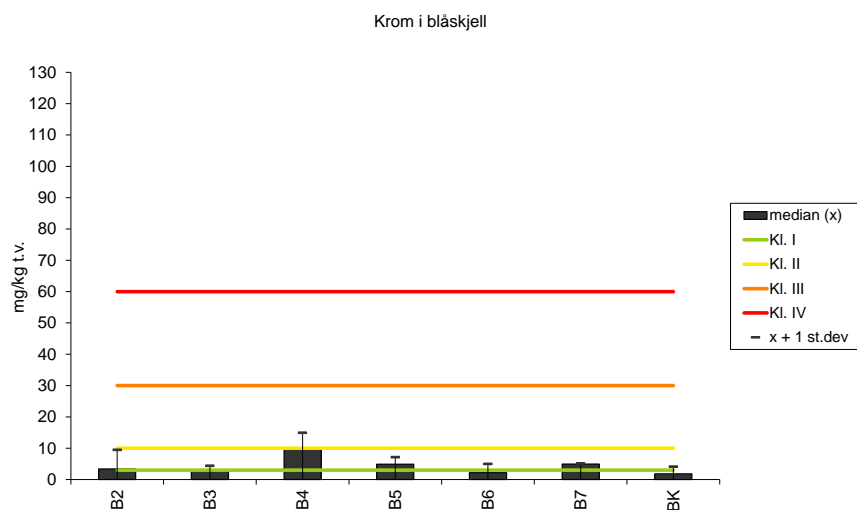
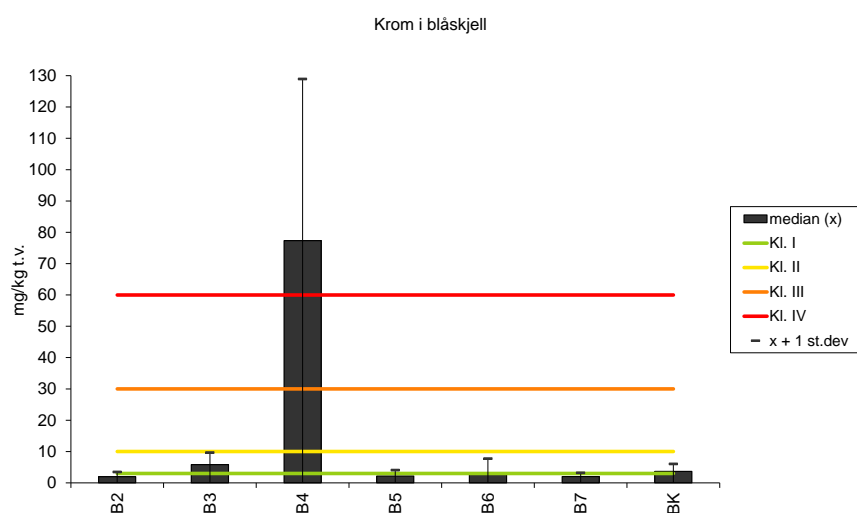
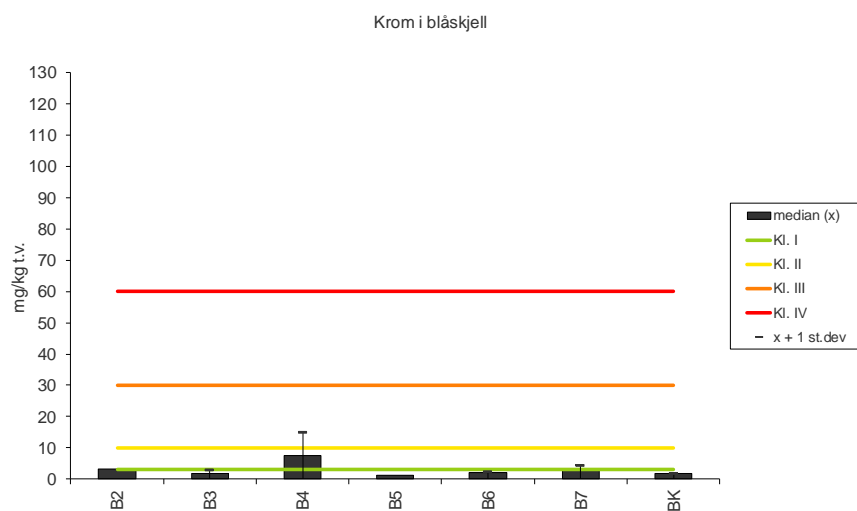
Figur 21. Median og standard avvik konsentrasjon for barium (ppm. (mg/kg) tørrvekt) i blåskjell (*Mytilus edulis*) **a.** 2011, **b.** 2012 **c.** 2013.

a**b****c**

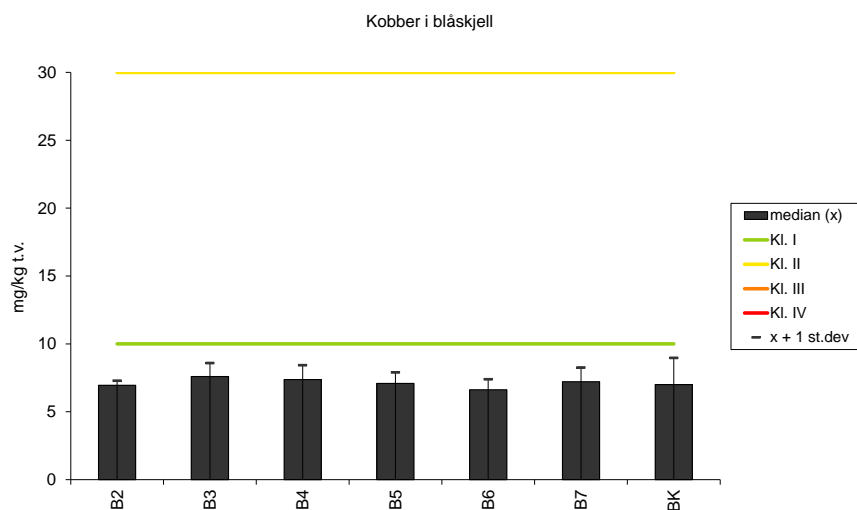
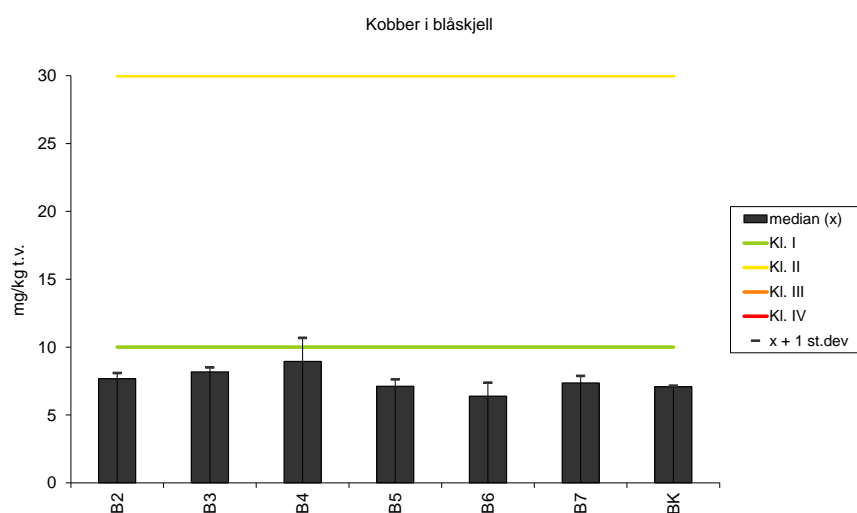
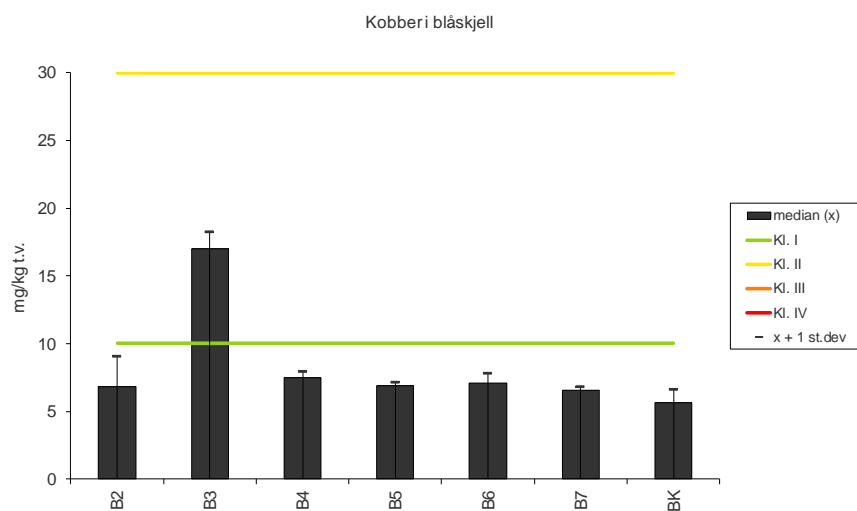
Figur 22. Median, standard avvik og nedre grense til Miljødirektoratet Klasse II og III konsentrasjon for kadmium (ppm. (mg/kg) tørrvekt) i blåskjell (*Mytilus edulis*) **a.** 2011, **b.** 2012 **c.** 2013.

a**b****c**

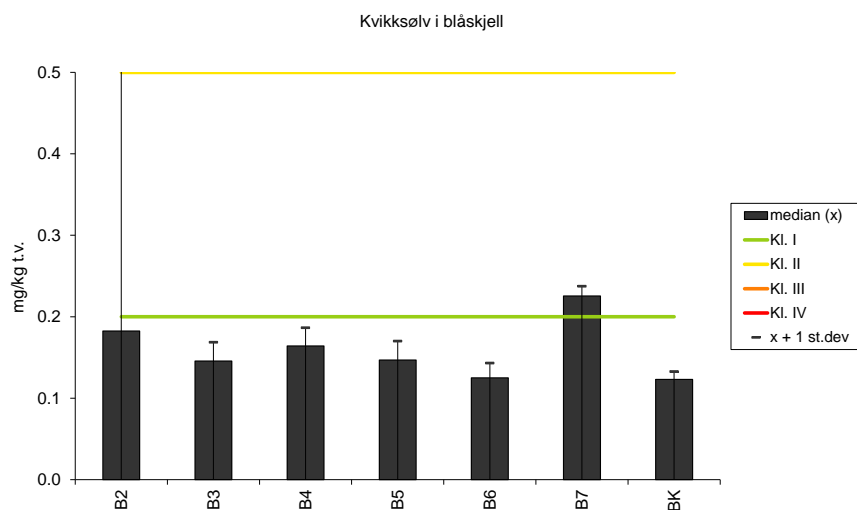
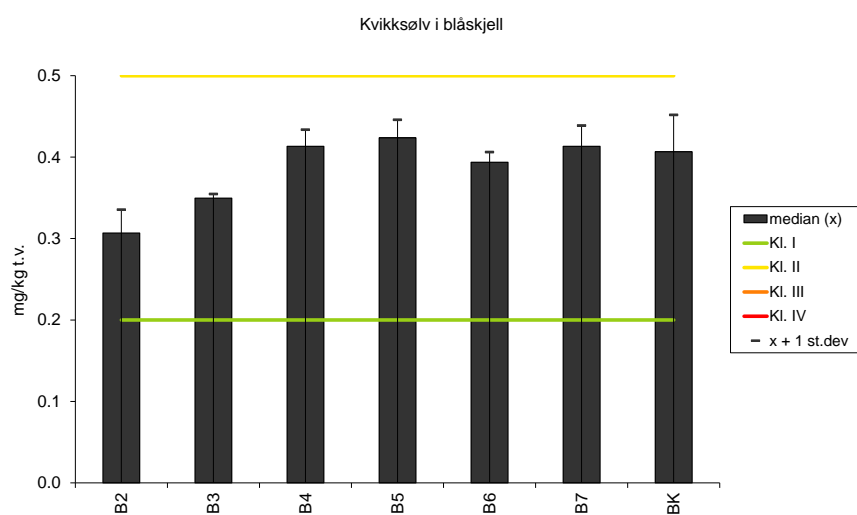
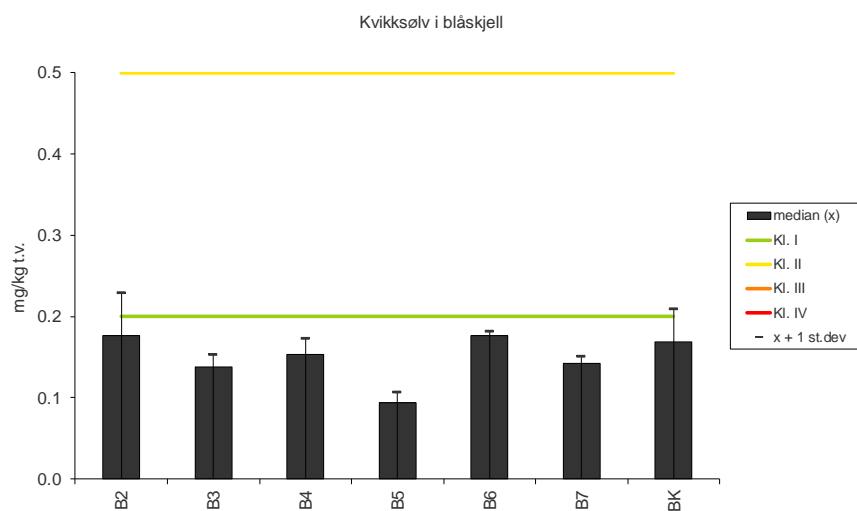
Figur 23. Median, standard avvik og nedre grense til Miljødirektoratet Klasse II og III konsentrasjon for kobolt (ppm. (mg/kg) tørrvekt) i blåskjell (*Mytilus edulis*) **a.** 2011, **b.** 2012 **c.** 2013.

a**b****c**

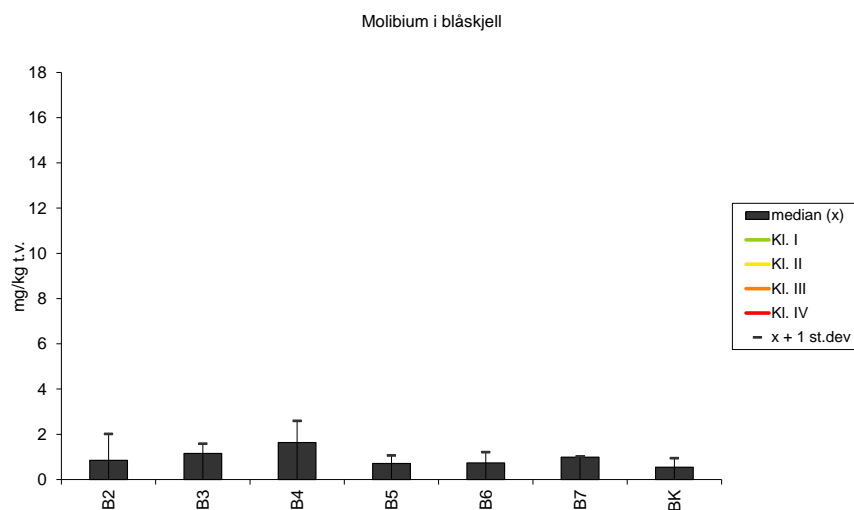
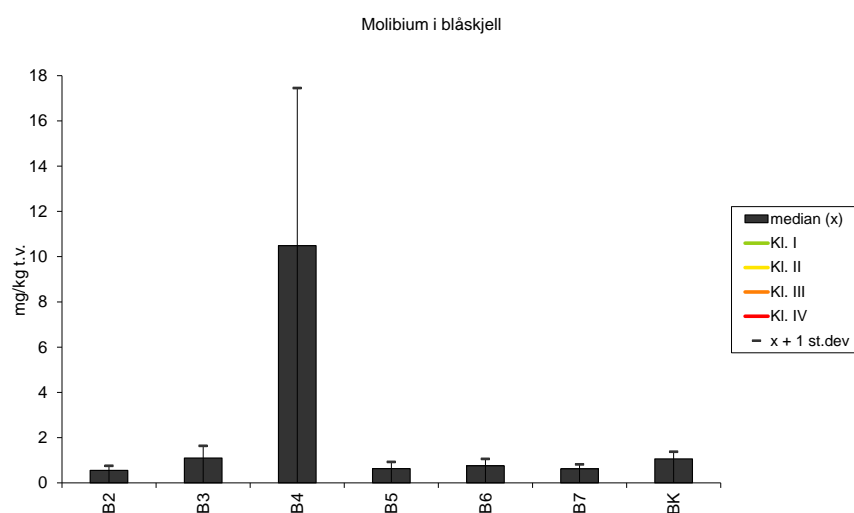
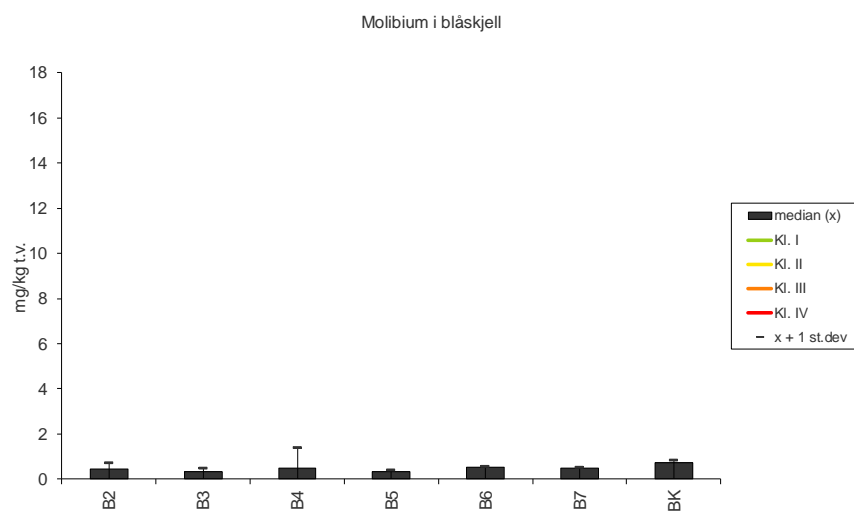
Figur 24. Median, standard avvik og nedre grense til Miljødirektoratet Klasse II, III og IV konsentrasjon for krom (ppm. (mg/kg) tørrvekt) i blåskjell (*Mytilus edulis*) **a.** 2011, **b.** 2012 **c.** 2013.

a**b****c**

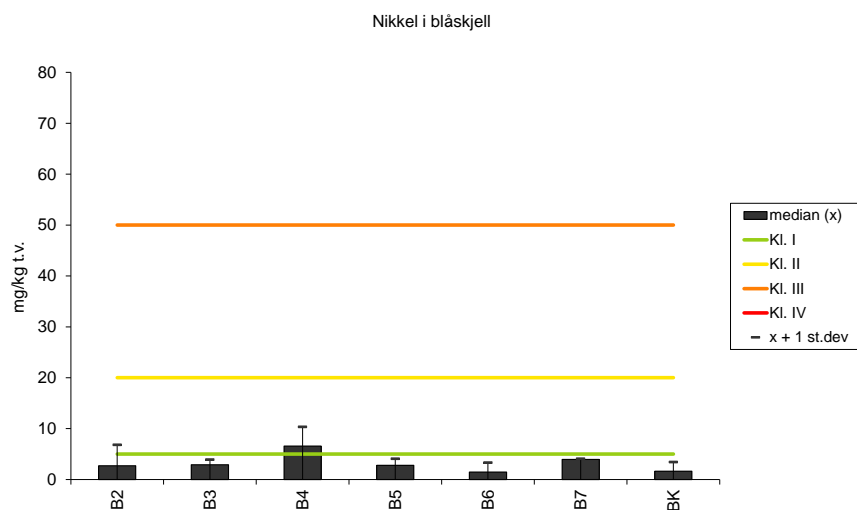
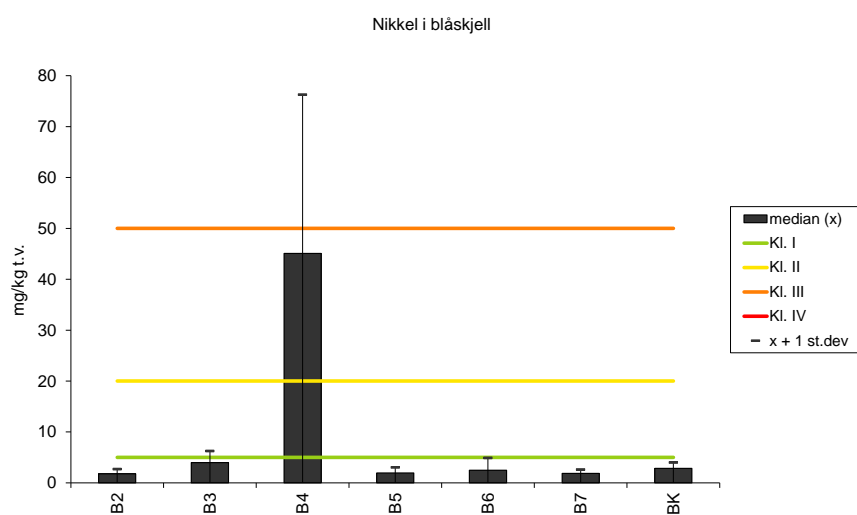
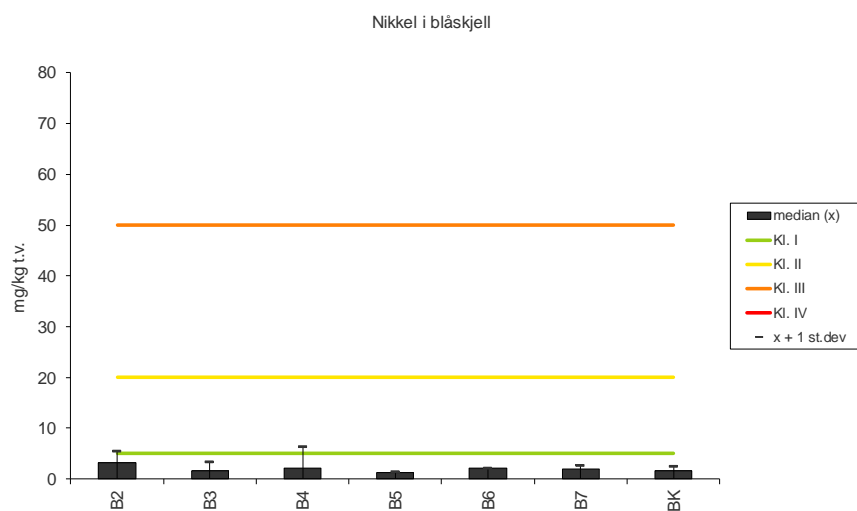
Figur 25. Median, standard avvik og nedre grense til Miljødirektoratet Klasse II og III konsentrasjon for kobber (ppm. (mg/kg) tørrvekt) i blåskjell (*Mytilus edulis*) **a.** 2011, **b.** 2012 **c.** 2013.

a**b****c**

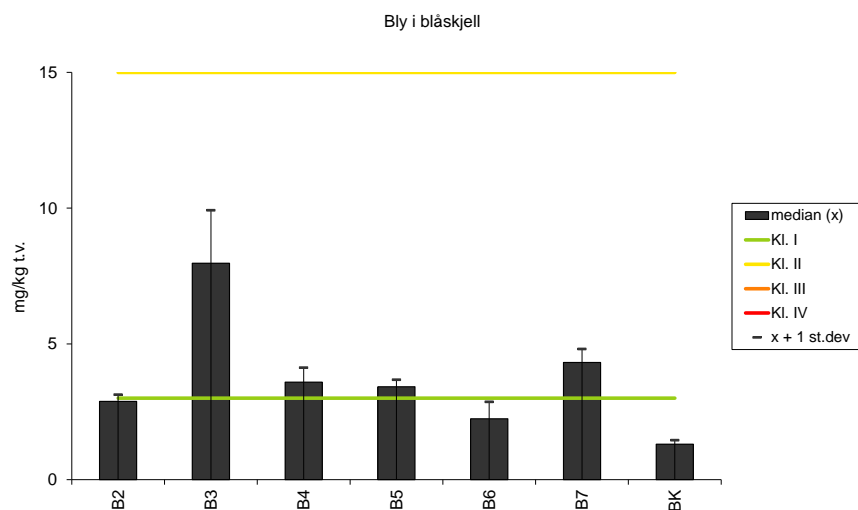
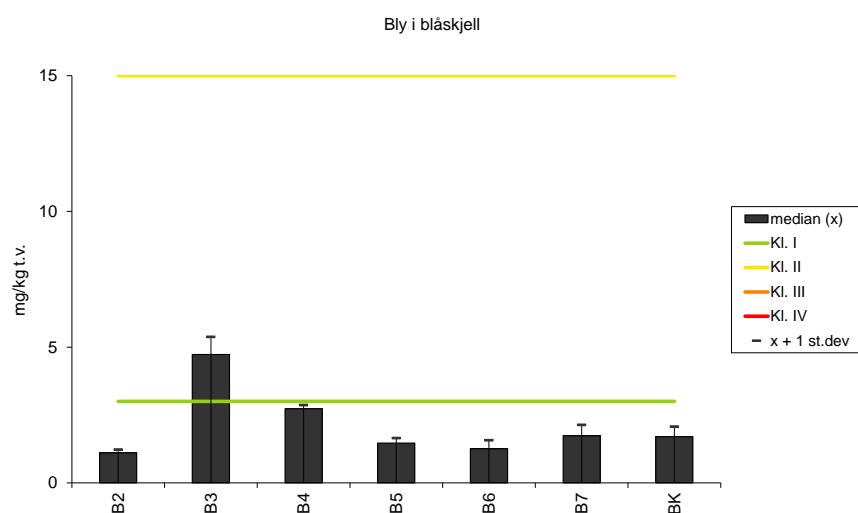
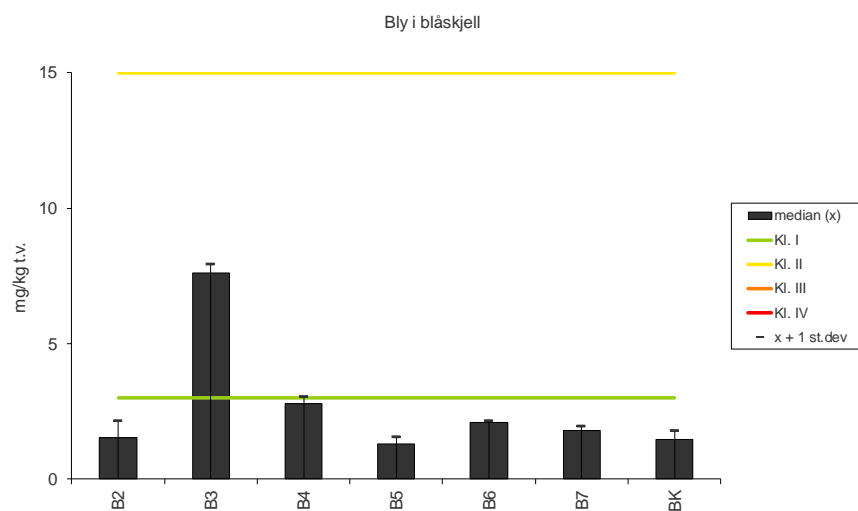
Figur 26. Median, standard avvik og nedre grense til Miljødirektoratet Klasse II og III konsentrasjon for kvikksølv (ppm. (mg/kg) tørrvekt) i blåskjell (*Mytilus edulis*) **a.** 2011, **b.** 2012 **c.** 2013.

a**b****c**

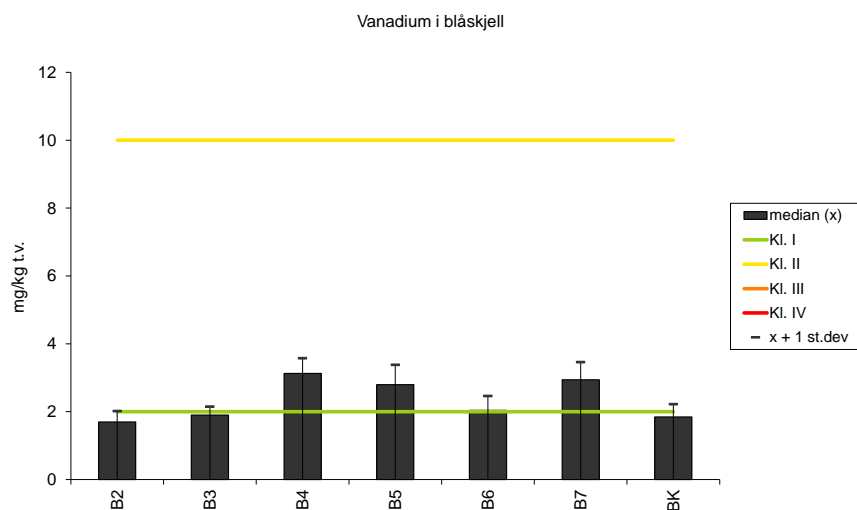
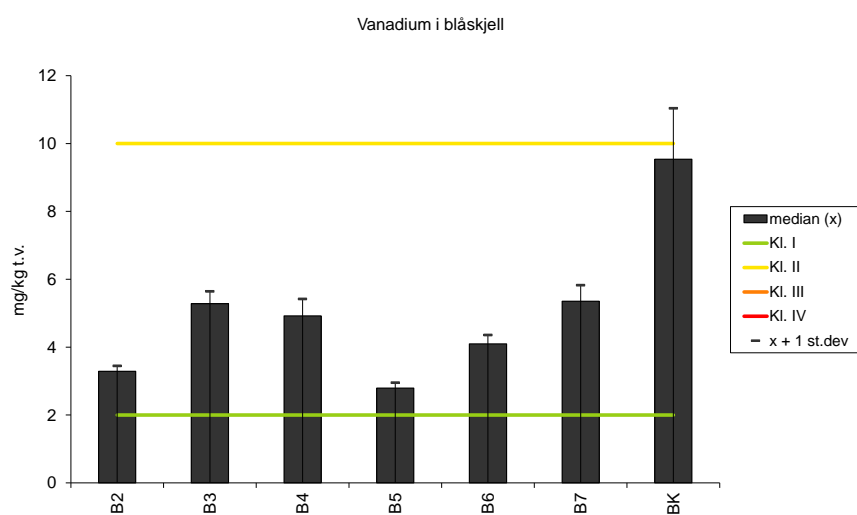
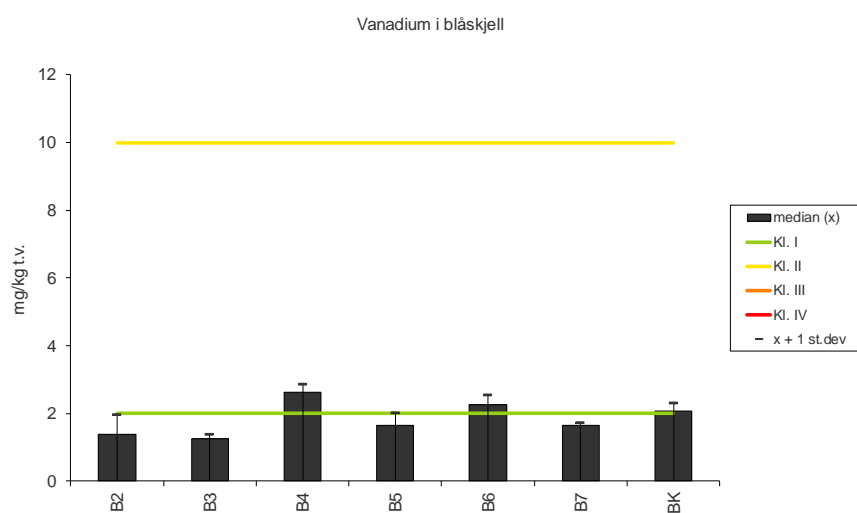
Figur 27. Median, standard avvik og nedre grense til Miljødirektoratet Klasse II og III konsentrasjon for molybden (ppm. (mg/kg) tørrvekt) i blåskjell (*Mytilus edulis*) **a.** 2011, **b.** 2012 **c.** 2013.

a**b****c**

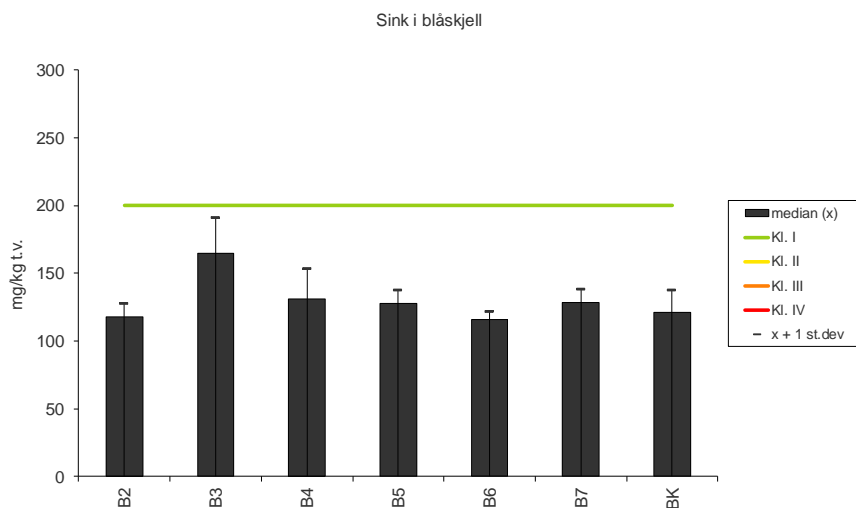
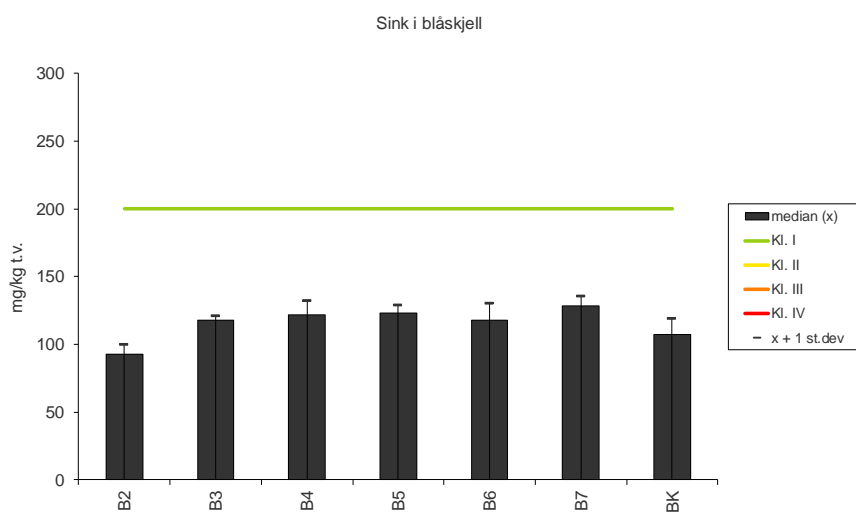
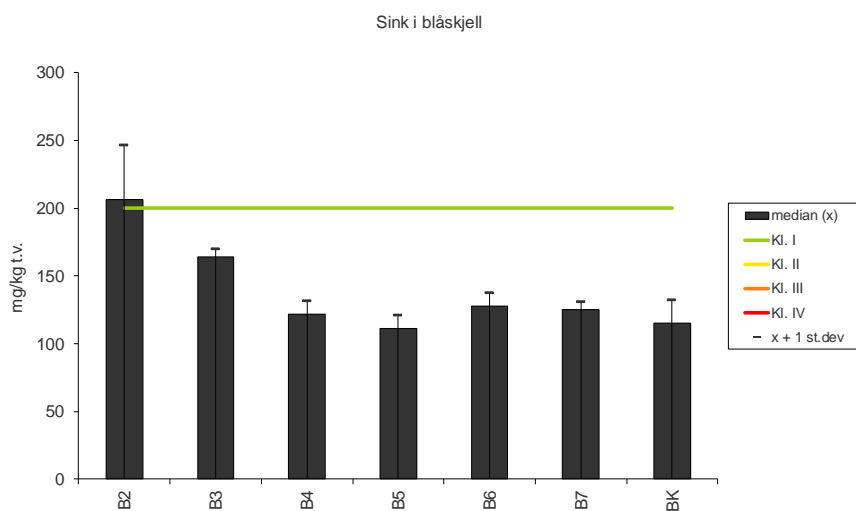
Figur 28. Median, standard avvik og nedre grense til Miljødirektoratet Klasse II og III konsentrasjon for nikkel (ppm. (mg/kg) tørrvekt) i blåskjell (*Mytilus edulis*) **a.** 2011, **b.** 2012 **c.** 2013.

a**b****c**

Figur 29. Median, standard avvik og nedre grense til Miljødirektoratet Klasse II, III og IV konsentrasjon for bly (ppm. (mg/kg) tørrvekt) i blåskjell (*Mytilus edulis*) **a.** 2011, **b.** 2012 **c.** 2013.

a**b****c**

Figur 30. Median, standard avvik og nedre grense til Miljødirektoratet Klasse II og III konsentrasjon for vanadium (ppm. (mg/kg) tørrvekt) i blåskjell (*Mytilus edulis*) **a.** 2011, **b.** 2012 **c.** 2013.

a**b****c**

Figur 31. Median, standard avvik og nedre grense til Miljødirektoratet Klasse II konsentrasjon for sink (ppm. (mg/kg) tørrvekt) i blåskjell (*Mytilus edulis*) **a.** 2011, **b.** 2012 **c.** 2013.

Vedlegg C.

Artslister:

Dyr i strandsonen på stasjon B2, B6 og BK (Tabell 16)
Alger i strandsonen på stasjon B2, B6 og BK (Tabell 17)
Bløtbunnsfauna på stasjon LØ-1 (Tabell 18)

Tabell 16. Artsliste for dyr i strandsonen på Mølen (bk) og Langøya (b2 og b6) fra 2002 - 2013. 1=enkeltpfunn, 2=spredt forekomst, 3=vanlig forekomst, 4=dominerende forekomst.

	bk 02	b2 02	b6 02	bk 03	b2 03	b6 03	bk 04	b2 04	b6 04	bk 05	b2 05	b6 05	bk 06	b2 06	b6 06	bk 07	b2 07	b6 07	bk 08	b2 08	b6 08	bk 09	b2 09	b6 09	bk 10	b2 10	b6 10	bk 11	b2 11	b6 11	bk 12	b2 12	b6 12	bk 13	b2 13	b6 13	
Acmaea sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Actiniaria indet.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Alcyonidium gelatinosum	2	2	3	2	2	2	2	1	2	2	1	2	-	2	2	3	3	3	-	-	2	3	3	2	-	2	2	-	2	-	-	2	-	2	2	2	
Alcyonidium hirsutum	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	2	-	-	2	-	-	2	-	-	2	-	-	2	-	-	
Asterias rubens	1	-	-	2	1	2	2	-	-	2	1	1	1	-	1	2	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	1
Asterias rubens juv.	-	-	-	-	-	-	1	1	-	2	-	-	2	-	2	-	-	2	-	-	-	2	-	-	2	-	2	2	-	2	-	-	2	-	-	-	
Asterioidea indet. juv.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Balanus cf improvisus	4	3	4	2	3	3	-	2	2	-	2	3	-	2	2	3	3	3	3	2	3	3	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	4	3	
Botryllus schlosseri	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Campanularia johnstoni	-	-	-	2	2	2	2	-	1	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Carcinus maenas	2	2	1	2	2	2	2	-	1	1	1	1	2	2	1	2	2	1	2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2	1	1	-	-	-	
Caridea sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	3	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ciona intestinalis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Clava multicornis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	
Dynamena pumila	3	-	-	2	-	-	3	-	-	3	-	-	3	-	-	3	-	-	3	3	-	2	-	-	2	-	-	2	-	-	2	-	-	2	-	-	
Eggmasse	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Electra pilosa	2	-	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2	3	-	1	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	-	1	2	2	2	2	2	
Halicondria panacea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
cf.Halichondria panicea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Hinia reticulata	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Hydroida indet.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	
Lacuna vineta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	1	2	-	1
Laomedea geniculata	2	1	-	-	2	2	3	2	1	2	-	-	-	1	1	2	2	2	2	-	-	2	3	3	-	2	2	-	2	1	2	2	2	-	-	2	
Laomedea sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
cf Laomedea flexuosa	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Leptasterias mülleri	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Littorina littorea	4	3	3	4	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	2	2	2	2	2	-	2	2	2	2	2	2	
Littorina obtusata	1	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	2	1	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	
Littorina saxatilis	2	2	1	2	-	2	3	2	2	3	2	-	2	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Littorina cf saxatilis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Littorina sp. juvenil	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	2	-	-	
Membranipora membranacea	-	-	-	2	-	2	-	-	-	2	-	-	2	-	-	-	-	1	2	2	2	-	-	-	2	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	
Metridium senile var. pallidus	-	-	-	-	-	2	-	-	2	-	-	3	-	-	2	-	-	2	-	-	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
Mytilus edulis	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	2	3	3	2	4	3	3	3	4	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	-	2	2
Mytilus edulis juv.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	2	2	4	2	2	4	2	2	4	-	-	
Ostrea edulis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
Semibalanus balanoides	3	2	-	3	2	2	3	2	2	2	2	2	1	-	2	3	2	2	4	4	2	3	-	-	2	2	2	2	2	2	3	2	3	-	-	1	
Skorpeformet bryozo på fjell	-	2	3	-	-	2	2	-	3	-	-	3	-	-	2	1	3	2	-	2	-	-	-	2	-	2	2	2	2	-	2	2	1	2	2	2	
Spirorbis borealis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Tubularia larynx	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Tabell 17. Artsliste for alger registrert i strandsonen på Mølen (bk) og Langøya (b2 og b6) fra 2002 - 2013. 1=enkeltpfunn, 2=spredt forekomst, 3=vanlig forekomst, 4=dominerende forekomst.

	bk 02	b2 02	b6 02	b6 03	b2 03	b6 03	bk 04	b2 04	b6 04	b2 05	b6 05	b2 06	b6 06	b2 07	b6 07	b2 08	b6 08	b2 09	b6 09	b2 10	b6 10	b2 11	b6 11	b2 12	b6 12	b2 13	b6 13	
Rødalger																												
cf Aglaothamnion byssoides	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ahnfeltia plicata	2	-	2	1	-	1	3	3	3	3	2	2	3	3	2	-	2	2	-	2	2	-	2	-	2	2	-	2
Audouinia spp.	-	-	-	-	-	2	-	-	1	-	-	3	3	-	-	-	-	2	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-
cf. Brogniartella byssoides	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Callithamnion corymbosum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	2	
cf. Callithamnion corymbosum	-	-	-	-	-	3	2	-	3	1	-	2	2	-	-	1	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Ceramium cf cimbricum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ceramium rubrum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	2	2	2	1	-	-	2	-	2
Ceramium cf tenuicorne/strictum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	2	-	2	-	-	2	-	1	-
Ceramium spp.	-	-	2	1	2	1	3	2	3	3	2	2	3	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chondrus crispus	2	-	-	2	2	2	3	2	3	3	2	3	3	2	3	1	3	3	2	2	2	2	2	-	2	2	2	2
Corallinaceae	3	-	-	3	3	4	-	1	-	2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Cruoria pellita	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cystoclonium purpureum	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dasya baillouviana	-	-	-	-	-	2	-	-	4	-	-	3	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dumontia contorta	-	-	-	1	1	-	3	2	2	3	2	2	3	-	-	1	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Erythrothrix carnea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Furcellaria/Polyides	-	-	1	-	1	2	-	-	3	1	1	2	1	3	2	-	-	-	2	2	-	2	-	-	-	1	-	2
Hildenbrandia rubra	4	2	-	3	-	-	2	3	3	4	3	3	4	3	2	4	-	2	3	2	2	3	-	3	-	3	2	2
Nemalion helminthoides	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
Phyllophora spp.	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polysiphonia elongata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polysiphonia fibrillosa	-	-	-	-	-	2	2	2	2	1	2	-	2	-	3	3	2	2	3	2	2	2	1	1	-	2	2	2
Polysiphonia fucoides	-	-	-	-	-	-	-	3	2	-	3	2	-	2	-	2	1	-	2	-	-	2	1	-	2	-	-	2
Polysiphonia stricta	-	-	2	-	2	2	3	-	2	1	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Porphyra cf umbilicalis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-
Porphyra umbilicalis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	2	2	1	2
Porphyra sp.	-	-	-	-	-	2	-	-	-	1	-	3	2	-	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Rhodomela confervoides	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	2	1	-	-	-	2	-	-	1	-	-	-	-	2	2	-	-
Scaglia pycnolites	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spermothamnion repens	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Brunalger																												
Brunt på fjell	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	3	3	2	2	1	-	2	-	2
Chorda filum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chordaria flagelliformis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Ectocarpales	-	-	-	-	-	2	1	1	1	1	-	2	-	-	2	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Elachista fucicola	2	2	2	-	-	2	2	2	2	2	-	3	2	-	2	2	3	2	2	2	2	2	-	2	2	1	2	2
Fucus cf. evanescens	-	3	1	-	-	-	-	-	-	2	-	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
Fucus juv.	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fucus serratus	3	4	4	3	4	3	4	4	4	3	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4
Fucus spiralis	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fucus vesiculosus	3	4	4	3	3	3	3	4	4	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	2	2	4	3	3	4	3	4
Petalonia fascia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Pilayella littoralis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	3	2	2	2	2	2	2	-	2	2	2	2	2	2
Ralfsia cf. verrucosa	-	-	-	-	-	3	-	3	3	3	2	3	3	3	3	2	2	2	2	-	2	3	2	-	-	-	-	1
Saccharina latissima	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Saccharina latissima juv.	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sphacelaria cirrosa	-	-	-	-	-	1	-	-	2	-	-	3	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sphacelaria sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Streblonemoides alger	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Grønnalger																												
cf Acrosiphonia arcta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Bryopsis plumosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chaetomorpha linum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2	-	1	-	-	-	1
Chaetomorpha mediterranea	-	2	-	-	-	-	-	3	-	-	-	2	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chaetomorpha melagonium	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cladophora albida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	2	1	-	2	3	2	2
Cladophora rupestris	-	-	-	-	1	-	2	3	-	1	2	2	2	-	-	1	2	-	2	-	-	2	-	-	-	-	2	-
Cladophora sp.	-	1	2	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-	2	1	-	1	-	2	2	2	-	1	-	1	-	2
Grønt i Balanus/fjell	-	-	-	3	2	2	-	-	3	-	2	3	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Monostroma grevillei	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Prasiola stipitata	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rhizoclonium riparium	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Rhizoclonium tortuosum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spongomorpha aeruginosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ullothrix/Urospora	-	-	-	-	-	3	3	4	2	-	3	-	3	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
Ulva cf flexuosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ulva intestinalis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	1
Ulva lactuca	-	-	-	-	-	2	-	-	2	-	-	2	2	-	2	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Ulva cf prolifera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ulva sp.	-	3	1	2	2</																							

Tabell 18. Artsliste for bløtbunnsfauna fra stasjon LØ-1, prøvetatt 4.juni 2013.

GRUPPENAVN	FAMILIENAVN	ARTSNAVN	G1	G2	G3
ANTHOZOA		Kophobelemnon stelliferum	2		
NEMERTEA		Nemertea indet	5	7	3
POLYCHAETA	Amphinomidae	Paramphinome jeffreysii	3	5	2
POLYCHAETA	Aphroditidae	Aphrodita aculeata	1		1
POLYCHAETA	Polynoidae	Gattyana amondseni		2	
POLYCHAETA	Polyodontidae	Panthalis oerstedii	1		1
POLYCHAETA	Sigalionidae	Neoleanira tetragona	1	4	3
POLYCHAETA	Phyllodocidae	Eteone sp.	3		
POLYCHAETA	Phyllodocidae	Phyllodoce groenlandica		1	
POLYCHAETA	Phyllodocidae	Phyllodocidae indet	1	1	
POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe baltica	2	2	3
POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe pallida	12	22	9
POLYCHAETA	Hesionidae	Nereimyra punctata		1	
POLYCHAETA	Pilargidae	Pilargis sp.		2	2
POLYCHAETA	Syllidae	Exogone (Exogone) verugera		1	
POLYCHAETA	Nereidae	Ceratocephale loveni	3	3	4
POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys incisa	1	1	
POLYCHAETA	Sphaerodoridae	Sphaerodorum gracilis	1	1	
POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera alba	1		1
POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera lapidum	2		
POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera unicornis	1	3	3
POLYCHAETA	Goniadidae	Goniada maculata	4	6	4
POLYCHAETA	Lumbrineridae	Abyssoninoe hibernica	17	16	20
POLYCHAETA	Paraonidae	Levinsenia gracilis	3	6	6
POLYCHAETA	Paraonidae	Paradoneis lyra		1	2
POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cf. cirrifer	145	222	51
POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cf. dubia	37	28	21
POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cf. fallax	17	21	12
POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes kroyeri		1	
POLYCHAETA	Cirratulidae	Aphelochaeta sp.			1
POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone sp.	22	39	23
POLYCHAETA	Flabelligeridae	Brada villosa	2	1	
POLYCHAETA	Flabelligeridae	Diplocirrus glaucus	6	8	8
POLYCHAETA	Scalibregmidae	Polyphysia crassa	1		
POLYCHAETA	Opheliidae	Ophelina cylindricaudata	1		
POLYCHAETA	Opheliidae	Ophelina modesta	1	2	
POLYCHAETA	Opheliidae	Ophelina norvegica		1	
POLYCHAETA	Opheliidae	Ophelina sp.			1
POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus filiformis	66	48	24
POLYCHAETA	Capitellidae	Notomastus latericeus	1		
POLYCHAETA	Maldanidae	Euclymeninae indet	8	5	8
POLYCHAETA	Maldanidae	Maldanidae indet		1	

POLYCHAETA	Maldanidae	Praxillella affinis	3	1	3
POLYCHAETA	Maldanidae	Rhodine loveni	7	7	7
POLYCHAETA	Oweniidae	Galathowenia oculata	1		
POLYCHAETA	Pectinariidae	Lagis koreni	1	2	
POLYCHAETA	Ampharetidae	Pterolysippe vanelli	3		2
POLYCHAETA	Terebellidae	Polycirrus sp.	1		
POLYCHAETA	Sabellidae	Euchone papillosa	1		
OLIGOCHAETA		Oligochaeta indet		1	
PROSOBRANCHIA	Rissoidae	Hyala vitrea		1	
OPISTHOBRANCHIA	Pyramidellidae	Odostomia unidentata	2		
OPISTHOBRANCHIA	Retusidae	Cylichnina sp.			2
CAUDOFOVEATA		Caudofoveata indet	9	4	2
BIVALVIA	Nuculidae	Ennucula tenuis	7	3	3
BIVALVIA	Nuculidae	Nucula cf. sulcata	3	6	5
BIVALVIA	Pectinidae	Delectopecten vitreus		2	
BIVALVIA	Pectinidae	Pectinidae		1	
BIVALVIA	Thyasiridae	Adontorhina similis		1	2
BIVALVIA	Thyasiridae	Mendicula ferruginosa	7	7	9
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira sp.	20	27	24
BIVALVIA	Lasaeidae	Kurtiella bidentata			1
BIVALVIA	Lasaeidae	Tellimya sp.	1		
BIVALVIA	Cardiidae	Parvicardium minimum		1	
BIVALVIA	Scrobiculariidae	Abra nitida	2	5	3
BIVALVIA	Corbulidae	Corbula gibba	1		
BIVALVIA	Cuspidariidae	Tropidomya abbreviata	2	3	
CUMACEA	Leuconidae	Eudorella emarginata		1	1
CUMACEA	Nannastacidae	Campylaspis costata		2	
CUMACEA	Diastylidae	Diastylis cornuta	1		
ISOPODA	Ilyarachnidae	Pseudarachna hirsuta			1
ISOPODA	Parasellidae	Desmosoma sp.	1	1	
AMPHIPODA	Melitidae	Eriopisa elongata	2		
AMPHIPODA	Phoxocephalidae	Harpinia sp.		1	
AMPHIPODA	Pardaliscidae	Nicippe tumida			1
AMPHIPODA	Isaeidae	Gammaropsis sophiae		1	
DECAPODA		Galatea larve		1	
DECAPODA	Callianassidae	Callianassa subterranea		1	
SIPUNCULIDA		Golfingiida indet	1		
SIPUNCULIDA		Golfingiidae indet	1		
OPHIUROIDEA		Ophiuroidea juvenil		3	
OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura chiajei	30	29	23
OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura filiformis	3	6	
OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura sp.	5		
OPHIUROIDEA	Ophiuridae	Ophiura sp.	2	1	
HOLOTHUROIDEA	Cucumariidae	Leptopentacta elongata	1		

Vedlegg D.

Stasjoner:

Stasjoner for innsamling av blåskjell og strandsoneregistreringer (Tabell 19)

SPI - stasjoner (Tabell 20)

Tabell 19. Stasjoner for innsamling av blåskjell og gjennomføring strandsoneregistreringer (se også Figur 3) Posisjoner er bestemt ved hjelp av GPS. BK er kontrollstasjonen på Mølen. B7 ble etablert år 2000 og er plassert like ved fyrlykten på Mulodden. B10 og B11, på østsiden av Langøya ble etablert i 2007. Koordinater i wgs84.

Stasjon	Navn	Lengdegrad	Breddegrad	Blåskjell	Strandsonereg.
BK	Mølen, ref.	E10.49791	N59.48809	+	+
B2	Langøya	E10.39785	N59.48240	+	+
B3	Langøya	E10.38245	N59.49058	+	-
B4	Langøya	E10.37627	N59.49364	+	-
B5	Langøya	E10.36656	N59.49884	+	-
B6	Langøya	E10.36224	N59.50298	+	+
B7	Mulodden	E10.35000	N59.48166	+	-
B10	Langøya	E10.38157	N59.49702	+	-
B11	Langøya	E10.39466	N59.48820	+	-

Tabell 20. SPI - stasjoner i NOAHs overvåkningsprogram for 2013. Koordinater i wgs84, Dyp i meter, aRPD (Apparent Redox Potential Discontinuity) i cm, BHQ-indeks, tilstandsklasse (TK SPI), gjennomsnittsverdi for tilstandsklasse, n antall bilder og kamerats penetrasjonsdyp i cm.

Stasjon	Longitud	Latitud	Dyp (m)	aRPD (cm)	BHQ	TK SPI	middels TK	n	Penetrasjonsdyp (cm)
LØ-1	10.37787	59.48590	67	2.9	8.3	2	2.3	3	9.8
NOA01	10.37268	59.49290	40	2.4	8.0	2	2.0	3	8.6
NOA02	10.37007	59.49452	40	2.7	8.0	2	2.3	3	10.6
NOA03	10.36537	59.49708	40	3.1	7.0	3	2.5	2	8.4
NOA04	10.36367	59.49593	73	-	-	2 - 3	-	0	9.3
NOA05	10.36927	59.49413	48	3.2	8.7	2	2.0	3	11.3
NOA06	10.37150	59.49240	50	3.0	8.0	2	2.0	2	11.7
NOA07	10.37500	59.49167	30	2.6	7.0	3	2.7	3	6.8
NOA08	10.36178	59.49423	87.5	3.9	10.0	2	2.0	4	11.2
NOA09	10.37382	59.49120	44	2.7	7.0	3	3.0	2	10.6
NOA10	10.37772	59.48903	55	3.1	8.7	2	2.0	3	9.8
NOA11	10.37962	59.48892	44	2.7	7.7	2	2.7	3	9.6
NOA12	10.38480	59.48557	43	3.5	8.5	2	2.0	4	8.9
NOA13	10.38707	59.48103	64.5	3.2	9.5	2	2.0	4	11.2
NOA14	10.38863	59.47087	100	3.4	10.2	2	2.0	5	12.9
NOA15	10.39398	59.49170	45	3.6	8.5	2	2.0	4	10.9
NOA16	10.39158	59.49588	68	3.1	8.5	2	2.3	4	11.6
NOA17	10.41233	59.50685	178	4.1	8.7	2	2.3	3	15.3
NOA18	10.37567	59.51115	115	3.5	8.8	2	1.5	4	13.3
NOA19	10.34143	59.51573	54	3.6	9.3	2	2.0	4	13.0
NOA20	10.35475	59.50198	100	4.4	11.7	1	1.3	3	10.7
NOA21	10,35750	59,49008	93	-	-	-	-	0	-

Vedlegg E.

Tørrestoffinnhold, andel partikler <63 µm samt metallinnhold av barium (Ba), kadmium (Cd), bly (Pb), sink (Zn) og molybden (Mo) i sedimenter (0 - 2 cm) fra 2 stasjoner ved Langøya, Holmestrandsfjorden i 2003 - 2007. De tre prøvene fra hver stasjon er tatt langs et transekt, med prøve 1 nærmest land. Konsentrasjoner i mg/kg, oppgitt på tørrvektbasis. Miljødirektoratets klassifisering (Bakke *et al.* 2007). Barium og molybden inngår ikke i Miljødirektoratets tilstandsklassifisering.

Stasjon	Dato	Dyp	N 59°	Ø 10°	%TTS	%<63µm	Ba	Cd	Pb	Zn	Mo
2003											
B2-1	30. okt.	10	28,945	23,807	58,2	27	42,1	0,24	13	52,0	-
B2-2	30. okt.	12	28,948	23,790	54,8	38	49,7	0,19	15	54,4	-
B2-3	30. okt.	15	28,942	23,778	53,5	48	98,9	0,16	20	72,6	-
B3-1	30. okt.	6	29,450	22,923	43,6	60 ¹⁾	339	78,5	2410	5920	-
B3-2	30. okt.	10	29,450	22,913	71,6	51	431	1,7	105	315	-
B3-3	30. okt.	15	29,443	22,890	66,1	54	1050	0,54	42,8	155	-
2004											
B2-1	3. nov.	~10	28,942	23,814	51,9	21	36,7	0,2	9,9	41,2	-
B2-2	3. nov.	~15	28,934	23,775	27,5	50	94,5	1,0	35,7	147	-
B2-3	3. nov.	31	28,922	23,733	61,7	67	61,5	<0,2	15	50,8	-
B3-1	3. nov.	~10	29,451	22,912	72,9	43	1950	1,3	92,1	311	-
B3-2	3. nov.	14	29,434	22,890	58,3	54	1320	0,78	52,5	203	-
B3-3	3. nov.	22	29,421	22,821	63,3	67	205	<0,2	19	57,9	-
2005											
B2-1	16. nov.	~10	28,942	23,814	63,8	15	27,4	0,2	7,7	35,6	1,2
B2-2	16. nov.	~15	28,934	23,775	67,9	41	44,0	<0,2	12	36,8	0,7
B2-3	16. nov.	31	28,922	23,733	36,3	64	112	0,5	30	109	2,7
B3-1	16. nov.	~10	29,451	22,912	74,2	17	2960	12,4	538	1290	2,1
B3-2	16. nov.	14	29,434	22,890	60,7	51	1730	1,0	69,5	227	1
B3-3	16. nov.	22	29,421	22,821	70,7	51	204	<0,2	17	57,1	1
2006											
B2-1	18. okt	~10	28,942	23,814	61,0	15	-	0,3	20	50,6	-
B2-2	18. okt	~15	28,934	23,775	69,6	24	-	<0,2	15	33,9	-
B2-3	18. okt	~31	28,922	23,733	68,2	59	-	<0,2	15	44,2	-
B3-1	18. okt	~10	29,451	22,912	68,1	25	-	12,4	577	1810	-
B3-2	18. okt	~14	29,434	22,890	66,8	48	-	0,79	58,6	176	-
B3-3	18. okt	~22	29,421	22,821	74,2	52	-	<0,2	14	44,5	-
2007											
B2-1	19. okt	~10	28,942	23,814	59,3	23	47,9	0,2	13	56,1	-
B2-2	19. okt	~15	28,934	23,775	56,0	35	75,0	<0,2	14	48,6	-
B2-3	19. okt	~31	28,922	23,733	67,3	44	48,2	<0,2	11	36,9	-
B3-1	19. okt	~10	29,451	22,912	56,1	52	761	0,5	48,2	156	-
B3-2	19. okt	~14	29,434	22,890	63,0	52	1630	0,4	44,1	135	-
B3-3	19. okt	~22	29,421	22,821	62,6	61	176	<0,2	25	54,4	-

¹⁾ Prøven hadde en del sammenkloggede klumper av kalk. Resultatet på 60 % skal sannsynligvis være høyere. Finner ikke hvor/hva kommentaren knyttes til

Miljødirektoratets tilstandsklasser / Tilstand:		Klasse 3	Moderat
Klasse 1	Bakgrunnsverdi	Klasse 4	Dårlig
Klasse 2	God	Klasse 5	Svært dårlig

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnærmingssmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no